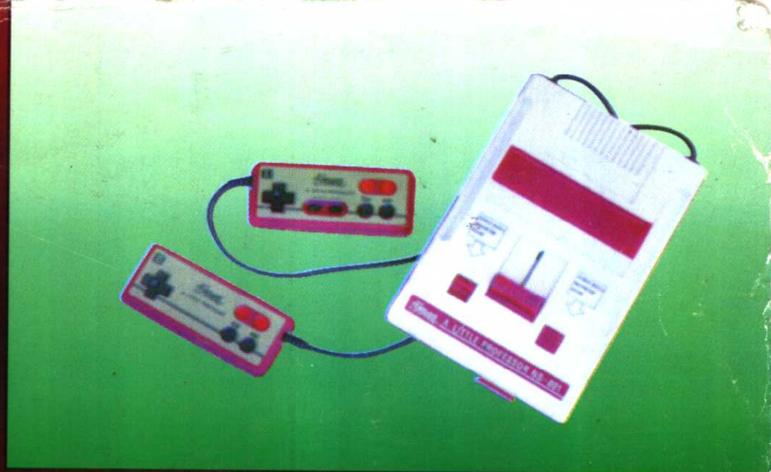
● 钱博森　编著



游戏机/电脑学习机原理、使用和维修





- 全面介绍游戏机/学习机内部资料
- 集各类游戏机/学习机电路大成
- 家用式、手掌式、大型游戏机（学习机）维修要领
- 各类游戏机/学习机大量维修实例



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: http:/www.phei.co.cn







责任编辑　杨逢

封面美编　薛太忠

封面电脑制作　孙焱津

ISBN7-5053-3737-8/TN·982　定价：15.00元

游戏机/电脑学习机原理、使用和维修

钱博森　编著

電子工業出版社

内 容 简 介

本书全面介绍了各类游戏机/电脑学习机的电路结构及工作原理。对当前流行的16位家用游戏机学习机(小霸王、裕兴)等作重点分析。对游戏机/电脑学习机的选购、使用保养,对多发故障产生原因作了系统分析,阐述了常用检修方法,介绍了大量实例。

本书内容实用性强、资料翔实,适合广大电子爱好者和游戏机/学习机用户作为工具书备用,也可供游戏机/学习机的研制生产、维修人员阅读参考。

游戏机/电脑学习机原理、使用和维修

钱博森　编著

责任编辑　杨逢仪

*

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路173信箱(100036)

电子工业出版社发行　各地新华书店经销

电子工业出版社计算机排版室　排版

北京牛山世兴印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16　印张:11.25　插页:1　字数:274千字

1996年12月第一版　1996年12月第一次印刷

印数:4000册　定价:15.00元

ISBN 7-5053-3737-8/TN·982

目　录

第一章　概述 …… (1)

§1.1　游戏机发展概况 …… (1)

§1.2　游戏机的分类 …… (3)

§1.3　游戏机、PC 机与学习机的比较 …… (4)

§1.4　我国游戏机/电脑学习机的概况及发展 …… (5)

第二章　早期家用电视游戏机 …… (7)

§2.1　第一代家用电视游戏机(DY-1 型和 DY-2 型) …… (7)

§2.2　第二代家用电视游戏机 …… (8)

第三章　家用电视游戏机(8 位机和 16 位机) …… (11)

§3.1　游戏机组成及工作原理 …… (12)

§3.2　家用电视游戏机电源电路 …… (17)

§3.3　家用电视游戏机的中央处理器电路(CPU) …… (19)

§3.4　家用电视游戏机的图象处理器集成电路(PPU) …… (40)

§3.5　家用电视游戏机的射频调制电路 …… (45)

§3.6　家用电视游戏机的时钟电路 …… (55)

§3.7　家用电视游戏机的制式转换电路 …… (60)

§3.8　家用电视游戏机的接口电路 …… (67)

§3.9　家用电视游戏机的控制电路 …… (69)

§3.10　家用电视游戏机的节目卡电路 …… (84)

第四章　手掌式液晶游戏机 …… (88)

第五章　大型游戏机 …… (92)

§5.1　大型游戏机的构造 …… (92)

§5.2　大型游戏机的工作原理 …… (93)

§5.3　大型游戏机电脑板、控制板引脚定义、功能及连线图 …… (109)

第六章　电脑学习机 …… (119)

§6.1　电脑学习机的特点 …… (119)

§6.2　电脑学习机的构造 …… (119)

§6.3　电脑键盘 …… (122)

§6.4　外接设备 …… (123)

§6.5　软盘驱动器 …… (124)

第七章　游戏机/电脑学习机的维修 …… (127)

§7.1　检修步骤和方法 …… (127)

§7.2　游戏机/电脑学习机维修要领 …… (137)

§7.3　游戏机/电脑学习机故障种类、故障分析、维修程序 …… (138)

§7.4　手掌式液晶显示游戏机故障分析和维修 …… (149)

§7.5 大型游戏机故障分析和维修……………………………………………………………………………（150）
第八章 游戏机/电脑学习机故障维修实例 ……………………………………………………………（157）
§8.1 “三无”——无光栅、无图象、无声故障维修实例………………………………………………（157）
§8.2 有光栅，但图象、伴音均出故障维修实例…………………………………………………………（158）
§8.3 伴音正常、图象混乱故障维修实例 ………………………………………………………………（160）
§8.4 无光栅或光栅不正常故障维修实例…………………………………………………………………（162）
§8.5 无伴音故障维修实例……………………………………………………………………………………（163）
§8.6 控制电路、光电枪、键盘故障维修实例……………………………………………………………（165）
§8.7 手掌式液晶显示器故障维修实例……………………………………………………………………（167）
§8.8 大型电子游戏机故障维修实例………………………………………………………………………（167）
第九章 游戏机/电脑学习机的选购、安装、使用与维护 ……………………………………………（170）
§9.1 游戏机/电脑学习机的选购 ………………………………………………………………………（170）
§9.2 游戏机/电脑学习机的安装与使用 ………………………………………………………………（172）
§9.3 游戏机/电脑学习机的维护 ………………………………………………………………………（174）

第一章　概　　述

游戏机/电脑学习机是微电子技术、电视技术、微型计算机技术三者高度发展的产物。其游戏内容变化无穷，其趣味性远远超过所有传统的玩具，为此吸引了广大的青少年和成年人。它们不但是娱乐器具，而且可以培养人们敏捷地思维和准确地判断，是开发智力的良好工具。游戏机配上键盘，成为电脑学习机还可以用于中小学生学习 BASIC 语言，完成数学训练，进行英语学习等。

§1.1　游戏机发展概况

电子游戏机的诞生，起始于 1962 年。当年，大学毕业生斯蒂福·拉塞尔(STEVE RUSSELL)刚到美国麻省技术研究所工作，就着手编写了一个计算机游戏程序，称之"空间战争"(Space War)。这是世界上第一个电视游戏，由于它的出现，吸引了许多科学家、企业家，大家都期望一台能真正成为商品、成为公众享用的游戏机早日出现。

1970 年，美国大学生诺兰·布希内尔在"空间战争"的基础上制成一台取名为"计算机空间"(Computer Space)的电视游戏机。它由 188 块 TTL 芯片构成，用一台 19 英寸电视机显示。但几乎所有玩过它的人都感到操纵起来不太方便。于是，布希内尔又经过了两年的努力，最后终于试制出一台很容易掌握的玩乒乓球的电视游戏机，名曰"Pong"。这台游戏机也是由 TTL 芯片组成，但附有自动投币控制装置。美国 Atari 公司购买了这项发明并很快投入批量生产。游戏机"Pong"的问世，标志着电子游戏机大众化、商品化的真正开始。

1976 年，美国通用仪器公司(GI)首先制成单片电子游戏机芯片 AY-3-8500，其售价仅为 5~6 美元。低廉的价格迅速结束了以 TTL 小规模集成电路组成的电视游戏机的历史，使电子游戏机真正成为计算机技术、电视技术、微电子技术三者的综合体。以 AY-3-8500 芯片制成的电子游戏机属于第一代产品，它很快遍及世界各地，进入家庭，社会。

第一代电子游戏机游戏功能小，仅能进行球类、射击等游戏。"2600"、"冒险家"、"阿罗士"、"雅利达"、"溢龙"、"汉龙"等属于第二代游戏机，它增加了存贮器(RAM、ROM)的容量，游戏节目较为丰富，游戏卡容量为 4K 字节，换卡方便，操作可靠。但是，由于存贮器在游戏机硬件成本中占很大比重，发展初期只有尽可能减少存贮器的容量，才可能使整机成本降低到家庭可接受的水平。存贮器容量不大，必然牺牲了图象的层次、形象的细腻、降低了运算速度、减弱了游戏的趣味、激烈程度。

1983 年，日本任天堂(Nintendo)株式会社推出首部任天堂红白机——第三代游戏机，引发了一场电子游戏机行业的大革命，其新颖的设计、丰富多彩引人入胜的节目卡，使任天堂几乎成为电子游戏机的代名词，截止 80 年代末，任天堂红白机创下了 4000 万台的销售记录。从 1987 年起，日本任天堂总公司开始着手研究、开发新一代的电子游戏机。1990 年 11 月新一代的电子游戏机——超级任天堂终于问世，走向市场，为超级任天堂游戏机制作的游

戏节目，每周可达 10～20 个，为它制作的游戏软件，已愈千种。

与此同时，日本世嘉(SEGA)公司也开始加紧研究电子游戏机。1988 年底，他们在世界上首先推出 16 位加 8 位双处理器超级电脑游戏机，首次采用将视频信号与音频信号分开处理的崭新技术，使画面出现多重背景卷轴、高速卷动，多处理对象，同时出现立体声数码音响合成等前所未有的逼真游戏效果，它正在取代任天堂 8 位游戏机，成为当今世界范围的娱乐新潮流。

当前，家用电子游戏机正从 8 位机朝向 16 位、32 位甚至更高位的方向迈进。前面业已指出，1988 年日本世嘉公司在世界上首次推出 16 位家用电子游戏机(世嘉五代)，与任天堂 8 位机相比，世嘉五代的色彩数目是任天堂的 8 倍(512 种)、直接存贮量为 4M，游戏容量通常是任天堂的 10 倍甚至更大，音源数目是任天堂的 10 倍，而且是立体声的。由于 68000CPU 拥有极其庞大的指令群，处理速度高达 8MHz，故处理影象的能力极为强劲，容许角色的解像度从 8×8 点至 32×32 点，每一个画面内可同时出现 80 个角色，水平排列可达 20 个，角色的动作高达 2048 种，精细到令人惊异的地步，还能极其逼真地表现出角色与背景间的远近差距、速度差距及背景相互间的遮挡变化，使游戏画面具有逼真的立体感。

在音响合成方面，由 Z-80 专职负责音响处理，共有 10 条声轨，其中 PSG 音源(程序音频振荡器)占三条声轨，主要用来产生效果音，如游戏中的枪炮声、爆炸声等；FM 音源(电子音响发生合成器)占六条声轨，用来产生背景音乐，即游戏过程中演奏的音乐，其中两条声轨作和音部分，两条声轨作主音部分，另外两条声轨用来衬托音乐效果；PCM 音源(真实音效系统)用于音响合成。三种音源一齐发声时，能提供十重和音，好似一个大乐队。

日本任天堂总公司不甘落后，继 1983 年推出首部红白机(8 位)以后，亦于 1990 年 11 月推出 16 位的超级任天堂游戏机。超级任天堂的主机，亦含有双 CPU。由日本索尼公司提供的音效 IC 芯片，任天堂厂方的回应及回转效果的特级硬件，自由选择输出效果的插槽，日本夏普公司特有的 S 视频超篇幅硬件增级器，CD 激光播放解码器及扩展槽等，这一切都是超一流的。

超级任天堂内的 16 位 CPU，主要处理影象信号，它置有旋转功能，幅度可从 8×8 至 64×64，最大画面表示达 128 个，而色素表示在 32768 色之中显示出 128 色；背景画面最大表示色达 32768 色，同时出示有 256 色，在特殊画面中可扩大到 2048 色，而分解能力自由伸缩幅度由 256×224 色至 512×448 色；还可以使回转、扩大、缩小等在游戏之中同一面纵横部分同时做到。另一个 8 位 CPU 专职处理音乐功能，处理速度达 8MHz，输出单位据 16 位 CPU 运作，音数周波为 32kHz，音象定位数为 256 个单位，同时有 8 个发音单位。超级任天堂内设置了 RAM-CPU 专用 IM 辅助 D-RAM，PPU 专用贮存 256K SRAM×2，游戏专用 512K SRAM。

超级任天堂还设有 28 针扩展插座，该插座具有五个方面的功能：①和 CD-ROM 激光播放配件设备联接；②连接 PC 电脑通讯网络系统；③连接电话通讯系统，用电话传输游戏及资料交换；④读者可直接与厂方电脑联络；⑤MIDI CARD——进行音乐变化模式的处理。

这里应当说明，世嘉五代 16 位游戏机、超级任天堂 16 位游戏机，它们的内部结构、组合方式，同老式任天堂红白机(8 位)的结构、组合方式差不多，不过 CPU 是不同的；同时，输出方面格式与 8 位红白机也差不多，由 RF 视频输出改为多种模式输出，包括 AV、RGB、S 端子等，控制器改为多种组合的按钮式操作。

1993 年秋，美国雅达利公司又推出了全新的 64 位机——“杰佳”。这台 64 位“杰佳”电

子游戏机,价格仅200美元,在色彩、图象、声音、动画处理等方面都有飞跃的突破,它具有一千六百万种颜色,实时三维图象处理系统,同时声音系统采用高速数字信号处理器,带有16位立体CD声音输出,可模拟出极为逼真的人声、汽车启动、喷气机起飞、物体碰撞的声音。

§1.2 游戏机的分类

电子游戏机种类繁多,五花八门,通常把它们分为电视游戏机和非电视游戏机两大类。

一、非电视游戏机

它不是用电视屏幕作为显示器,而用荧光管、发光二极管(LED)、或液晶显示(LCD)。大多数都是手持式(或称盘式、袖珍式、手掌式)游戏机,可以随身携带。

二、电视游戏机

电视游戏机用电视屏幕作为显示装置,它又分为两大类:

1. 家用电视游戏机

家用电视游戏机是以家用电视机作为显示装置。它的方块图如图1.1.1所示。主控器用以选择游戏类型和游戏关键参数。来自控制逻辑的信号送到显示电路转换成电视信号,并调制在高频载波上,用电缆送到天线开关,在当地不使用的电视频道上显示出来。

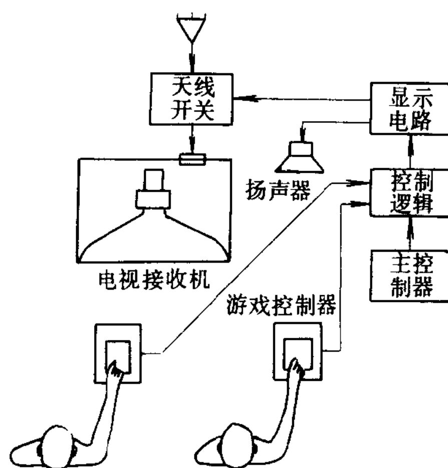


图1.1.1 家用电视游戏机方框图

家用电视游戏机简称家庭(或家用)游戏机,又可分为三种:

(1)固定游戏内容的家庭游戏机。它可以玩4～6种游戏。这种游戏机一般都采用美国通用仪器公司生产的专用集成电路:AY-3-8500,8600、8700系列以及8900系列,实际上属于早期的电视游戏机产品。AY-3-8500系列可以做四种球类游戏和两种射击游戏。它的时钟基准频率为2兆赫,AY-3-8600则直接以正交制(NTSC)的副载频3.57兆赫作为时钟频率,它配以少量的门电路,可以单独构成黑白电视游戏机。

AY-3-8615是一块彩色变换电路,它包括3.57兆赫的振荡电路,同时输出NTSC制的副载频的3.57兆赫和2.05兆赫时钟信号,并将视频和同步信号合成以后,以复合视频信号的形式输出。当游戏电路与AY-3-8615彩色变换电路配合时,就构成彩色电视游戏机。

(2)插盒式家用电视游戏机。

这种游戏机以AY-3-8615等彩色电路为核心,配以音频放大电路、电源、控制器、功能开关和射频调制电路等组成基本的游戏机。它把游戏内容做成插盒,用更换插盒的方式改变游戏内容。插盒的形状像一盘盒式磁带,实际上,它是一块大规模集成电路式一盘程序磁带。

(3)对于懂得计算机语言,会编制程序的用户来说,可以通过微型计算机编制程序,进行

电视游戏。人们可以编制各种各样的程序,游戏的内容和种类几乎不受限制,利用扩大存贮器容量的办法,提高游戏的复杂度、趣味性以及逼真程度。

2. 公众娱乐游戏机

这种游戏机亦称大型商业电子游戏机,或叫做游廊式游戏机,主要适用于公园、文化宫、宾馆、俱乐部等各种娱乐场所和娱乐中心,具有图象细腻、色彩丰富、节目紧张、刺激等特点。

公众娱乐游戏机根据它们的形状又分为立式游戏机和桌式(柜式)游戏机两种。

设置自动投币启动装置是这类游戏机的主要特征,每个硬币可以连续玩几次。在没有人玩的时候,它周而复始地显示游戏广告程序以吸引顾客。对于立式游戏机,游戏者站在操纵控制器前,进行游戏,一般是一个人玩。桌式游戏机一般是两人坐着玩,或一个人与机器对阵,游戏内容比较多的有象棋、围棋、打麻将等。

§1.3 游戏机、PC机与学习机的比较

众所周知,PC计算机是给成人设计的“电脑”,功能强。以IBM微机为代表的PC计算机,主要为科技人员、知识分子处理各类事物所用。少年儿童学习、使用、掌握PC机比较困难,一些家庭虽然购买了微机,但由于微机上所配的各种计算机语言,其设计的目标较高,所以也并不适合于孩子们的计算机知识的入门教育。

家用电视游戏机的问世,大大丰富了我们的文娱生活,但是也引起了许多家长甚至教育界人士的不安。他们认为,孩子们玩游戏机消磨了宝贵的光阴,耽误了学习,甚至有害于身体健康。如何把广大青少年玩电子游戏的“发烧”劲引导到正确的轨道上来,厂商在90年代初及时地推出了各种各样类型的学习机(非中华学习机,中华学习机实际上是一种家用灵巧的微型电子计算机,是在苹果机的基础上研制出来的,它的功能比较齐全,可应用于教育、管理、计算、娱乐等方面,软件丰富多达近千种,本书不讨论中华学习机)。厂家将家用电视游戏机的功能进行扩展,研制出了与家用电视游戏机配套的设备:电脑键盘,称之电视游戏机电脑键盘。有了这种电脑键盘,并配上BS卡(FAMILY-BASIC,利用中西文两种FBASIC语言编写的程序卡),家用电视游戏机就组成了一套家用电脑,如图1.1.2所示;也称电脑学习机,如小霸王电脑学习机、小教授世家学习机等。

利用游戏机技术实现的电脑学习机,具有声音和图象处理方面的优势,它完全保留了任天堂的游戏功能,保持了游戏机的趣味性,为青少年所熟悉和喜爱;同时贯彻了“寓教于乐”的现代教育思想,根据青少年的心理特点和接受能力,让他们通过模仿编制游戏程序,不知不觉中进入了BASIC世界,逐步掌握程序设计的基本思想,为今后深造打下基础。

电脑键盘价格便宜,它可以较容易地深入到千家万户。日本任天堂及其兼容游戏机配套电脑键盘,成为家庭电脑;也有把键盘和游戏机做在一起,如科特学习机。单独设计的电脑键盘有裕兴键盘、天马键盘、小天才键盘、天津46键盘、大岛键盘、通力键盘等,均为任天堂的仿制产品。

游戏机电脑键盘的功能有:BASIC语言、FBASIC语言、中文输入、声像学习、打字、作曲、游戏等,有的还具有全屏幕编辑、断电保持、打印机接口等功能。孩子们仅用50~60条语句就可以写一个生动有趣的游戏,用30~40条语句就可以写一个比较复杂的和声曲子,这是因为电脑键盘中预先贮存了16种卡通形象、104种背景模块,可供编游戏时调用。如用PC

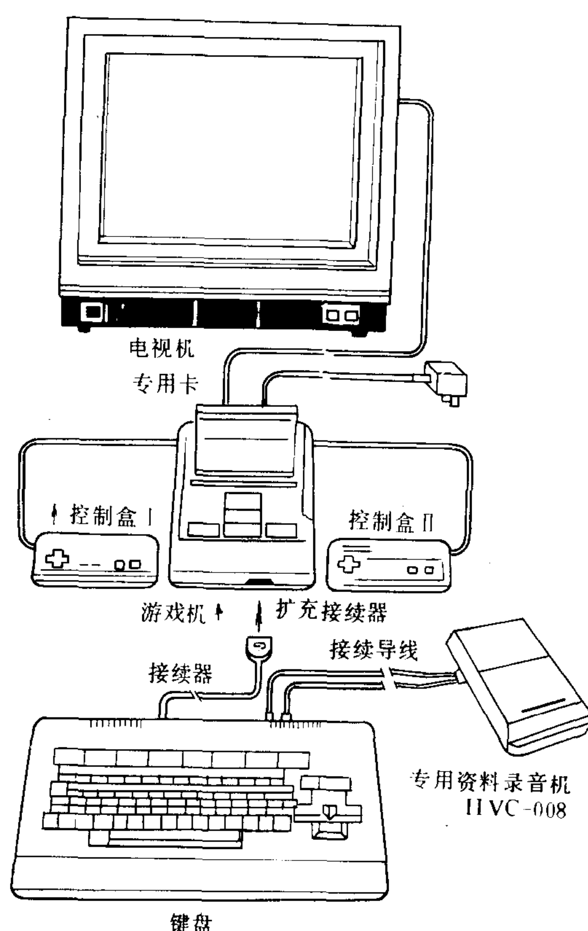


图 1.1.2　电脑学习机

计算机或中华学习机来写同样的游戏，则孩子们要调用 500～600 条语句才能达到目的，这是太为难孩子们了。

"寓教于乐"、"又玩又学"，是游戏机发展的第二个方向。当前，各种电脑键盘正层出不穷，各种教学、学习软件正纷纷上市，这一切都将促进游戏机行业的更大发展。

一机多用也是今后游戏机发展的一个方向。除了游戏、教育功能外，游戏机还可以当作一部电话信息终端使用，和 PC 机相连成为电脑通讯网络系统，用于交换资料、传讯游戏内容等。超级任天堂、世嘉五代、杰佳都有这方面的不朽之作。

新一代的游戏机还将使用激光游戏盘，具有中断记忆功能(掉电保护功能)，能自动推拉镜头，采用高速微处理器芯片，利用磁碟系统取代游戏合带等。最近，还相继出现了单片游戏机 IC1818P，任天堂 Ultra 64 家用电视游戏系统芯片组新型产品。总之电子游戏机的发展可以说是方兴未艾，前途无量。

§1.4　我国游戏机/电脑学习机的概况及发展

1981 年底北京第一轻工业研究所研制成功我国第一台电视游戏机，它以 AY-3-8500 芯片为主，结合其它国产元器件组成。1982 年初这台型号为 YQ-1 型的电视游戏机通过技术

鉴定并小批量投放市场，拉开了我国电视游戏机生产的序幕。

类似这种以 AY-3-8500 芯片为主的游戏机先后在杭州、无锡、上海、内蒙、广州等省市组织生产，而大型商业游戏机的来料加工在常州、福州、长沙等地进行，从 83 年起进入市场，供应国内儿童活动场所和机关团体，得到了广大青少年的青睐。目前这种大型游戏机在主要省市均有生产。

1982 年，中国科学院半导体研究所研制成功一种火箭炮游戏机芯片，它标志着我国电子工业完全有能力研制和生产大规模电视游戏机集成电路。桂林电子技术研究所接产这种智能火箭炮游戏机。同年，北京市科委还组织了十所高等院校和研究所的科技人员联合研制彩色电视游戏机的软件程序。只有软件编制工作的成功才能真正称得上游戏机的制作成功。在外国专家的指导下，1983 年初研制出几个具有中国民族特色的电视游戏程序并出售给外国游戏机公司。其中最为出色的是“孙悟空”(Monkey King)软件，此软件图象存贮量为 36K 字节，程序量为 40K 字节，程序全部由 Z80 汇编语言写成。这批软件中还有一个玩七巧板的游戏，它将七巧板这个中国古老儿童玩具搬上屏幕，玩法新颖、严谨，比古老的七巧板更有趣味性，深得外国游戏机公司的好评。

80 年代中期，当任天堂红白机刚刚问世，就不失时机马上引进国内；当超级任天堂、世嘉五代等新一代游戏机刚呱呱落地，我们又同样瞄准目标，引进技术、组织研制、生产。北京市裕兴机械电子研究所的科技人员，经几年努力，很快推出了裕兴游戏机家庭电脑，该机具有浮点 BASIC、FBASIC、编辑打字、声像学习、中英文输入和游戏等功能。其中浮点 BASIC 语言可进行整数、小数、实数($\pm 10^{38}$)、三角函数、指数函数、乘方、开方的运算，可以进行中文编程；全屏幕编辑、音乐板、计算板和留言板的设计又很适合少年儿童的特点，而且价格便宜，很受欢迎。北京计算机三厂通利电脑公司移植开发供任天堂类游戏机使用的标准计算机键盘和配套的节目卡——“FBASIC”，使孩子们亦玩亦学，相得益彰，寓教于乐。天津新星电子公司先后与国外多家集成电路设计单位合作，引进世界先进水平的 SUN 工作站系统及 IC 设计软件、SMT 生产线等，在 1993 年 4 月研究成功了我国第一台 16 位电子游戏机，使我国成为世界上少数能够自行设计生产 16 位的电子游戏机的国家之一。与此同时，该公司还同步研究出我国第一只 16 位游戏机用光线枪，使人身临其境地完成各种射击游戏；还研制出磁盘式家用中文电脑学习机、游戏机。该公司已成为我国北方最大的游戏机生产基地。广东省中山市小霸王电子工业公司对我国游戏机/学习机行业的发展、普及也作出了贡献。该公司上市的小霸王电脑学习机、设计制作的各种学习卡、卡带，久负盛名。深圳吉昌电子有限公司生产的妙博士牌 16 位游戏机，无论是质量、还是性能都技艺超群，深受广大游戏迷的喜爱。

第二章　早期家用电视游戏机

按照家用电视游戏机的结构、功能和历史发展，它可以被划分为五代机型。第一代和第二代属于早期家用电视游戏机，市场上已经不多见了，但它们的构造和工作原理、为以后的游戏机/学习机、为手掌式、大型式游戏机的出现打下了基础，本章仅作简单的介绍。任天堂8位机及其同类产品的出现，开辟了第三代；而超级任天堂16位机、世嘉五代16位机应属于第四代。第三代、第四代家用电视游戏机，是目前市场上流行的主要产品，同时许多家庭也拥有第三代或者第四代的产品，本书将作重点介绍。第五代是由家用电视游戏机发展而来的家用电脑学习机，也将另章介绍。

第一代家用电视游戏机的功能有限，它可直接接在家用电视机天线插孔上（黑白、彩电均可），全部信息处理，均由CMOS IC AY-3-8500进行。

§2.1　第一代家用电视游戏机（DY-1型和DY-2型）

DY-1型家用电视游戏机具有四种球类游戏程序（练习球、板球、网球、足球），这四种程序均写在专用游戏芯片AY-3-8500电路内，不可重新改写。图2.1.1是它的电路方框图，图2.1.1中的虚线框为AY-3-8500大规模集成电路。

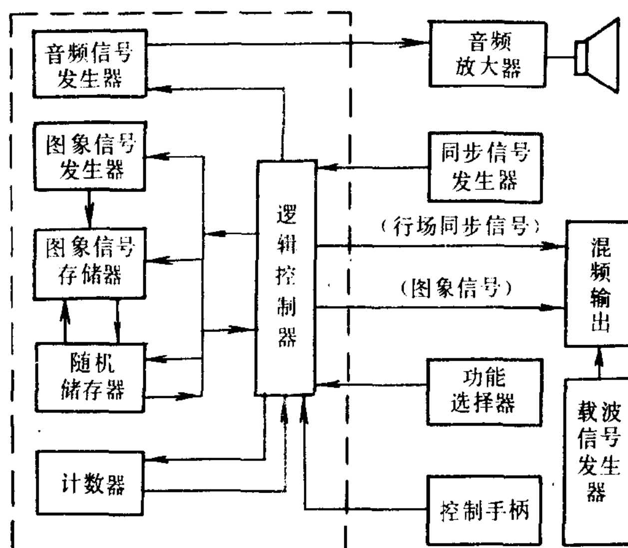


图2.1.1　DY-1型家用电视游戏机电路方框图

AY-3-8500芯片具有计算机功能，它由逻辑控制器、彩色图象信号发生器、音频信号发生器、游戏图象信号贮存器、随机贮存器、计数器等组成。它是游戏机的心脏，实质上是一个微

处理器。

逻辑控制器根据游戏功能选择开关电路的选择，从图象信号贮存器内取出相应的游戏程序，经彩色、图象信号发生器产生游戏图象信号，再由视频同步信号混合电路同步后输入到电视机，其游戏变化的过程由随机贮存器协助处理。得分显示由计数器电路计数，并经图象信号发生器产生数字图象信号，在电视荧光屏上显示出来。

为了适应标准的 PAL 制电视系统，DY-1 型游戏机还要产生行、场同步信号，使游戏机与电视机保持频率和相位一致。

有了图象及行、场同步信号后，电视机还不能直接接收，还需要将其调制在高频信号上，使它们按射频方式输出。这个任务由载波信号发生器完成。振荡频率选择在当地电视台空余的频道，其 $f_0 = 68.5MHz$ 左右，即用电视机的三频道接收游戏信号。

主要技术参数

电源电压：9V

工作电流：< 100mA

高频输出：250μV

时钟频率：2.045MHz ± 1%

时钟信号幅度：4 ~ 6V

行频：15625Hz

场频：50Hz

全电视信号幅度：5.4V

输出阻抗：75Ω

DY-2 型家用电视游戏机

DY-2 型家用电视游戏机是在 DY-1 型机的基础上开发出来的，它除了能作 DY-1 型机的四种球类游戏以外，还能进行两种模拟射击游戏程序，共具有六种功能。DY-2 型游戏机增加的两种射击游戏，属光电模拟打靶游戏。一种是从左到右的平行移动靶，另一种是双向弹跳靶。游戏者可以使用一种配套的光电枪在距靶（即电视机屏幕）1.5m 至 2m 处作射击游戏。

DY-2 型游戏机的电路核心也是 AY-3-8500 芯片，其电路组成框图和 DY-1 型是通用的，所不同的是增加了为完成射击游戏而必需的射击游戏逻辑电路和一支光电枪。

§2.2 第二代家用电视游戏机

DY-1 型和 DY-2 型家用电视游戏机，结构简单、游戏节目少，为简易型游戏机。随着科学技术的发展以及人们对于游戏要求的提高，很快产生了第二代家用电视游戏机。

DY-2600、雅利达-2600、溢龙、汉龙、冒险家、皇冠、孔雀、7000 等牌号，为同类产品，均属于第二代家用电视游戏机。第二代家用电视游戏机的这些产品，虽然牌号不同，原装机、组装机五花八门，但它们的硬件电路结构基本相同，整机体积小巧，节目卡容量均为 4K，换卡方便，操作可靠。实质上，第二代家用电视游戏机是电子计算机进入微型机阶段的产物，这类游戏机的整个（硬件）电路结构方式如同一台微型计算机，基本具备彩图与声音，游戏程序较复杂，内部结构紧凑，它的游戏内容大大超过了第一代游戏机。在一段时间内，它是较为

广泛使用的一种普及型家用电视游戏机。

DY-2600 型家用电视游戏机硬件由七大部分组成：电源；微处理器 CPU 单片电路 UM6507；视频处理器专用集成电路 C11903（或 8402）；随机存贮器 RAM I/O 接口定时器电路 UM6532；存贮器（节目卡）EPROM2732（或 2716）；射频调制电路；产生 3.54MHz（对应于 NTSC 制）系统时钟振荡电路和产生 4.43MHz（对应于 PAL 制）彩色副载波振荡电路。

图 2.2.1 为 DY-2600 型游戏机的结构方框图。

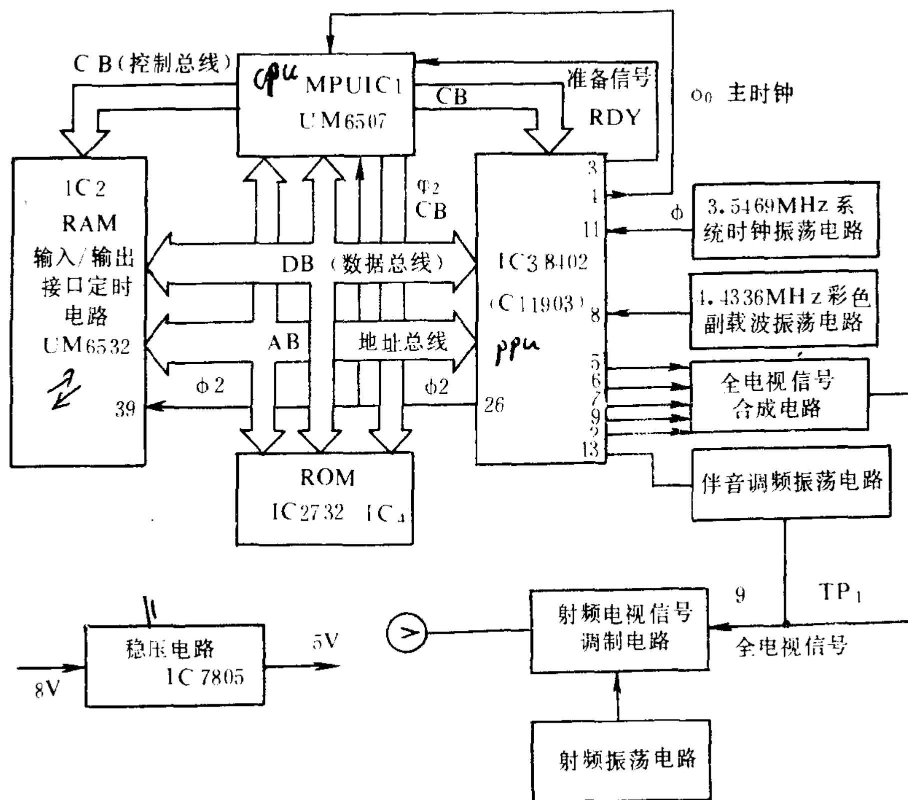


图 2.2.1 DY-2600 型游戏机结构方框图

电源部分主件是三端稳压块 7805，它外接 8V 直流供电，输出 5V 直流电压，供该机各部分电路。工作正常时整机静态电流约为 400mA。M + 5V 接射频电路，为它的电源，其接点上的电容电感为防止射频干扰而设。

微处理器 CPU 采用 IC1 6507（位于图 2.2.1 的上部），它与普通微机中的 Z80 功能相似，是 2600 型电视游戏机中专用的 8 位 CPU，与大家熟悉的中华学习机上应用的 65SC02 基本相似，由于游戏机程序是固定的不需要对外部进行信息交换，因此 UM6507 省去了中断请求部分电路。由于游戏程序比较简单，UM6507 寻址范围仅为 8K（65SC02 则有 64K）。

随机存贮器 RAM I/O 接口定时器电路采用芯片 6532（IC2），接口电路的功能是把外部信息变成数码，使之与其它电路联接起来交换信息。

视频处理器 PPU 采用集成电路 IC3，其型号为 8402 或 C11903。

当 CPU 把处理的数字信号向 PPU 送来时，由于这种数字信号属二值脉冲信号，它们不能让电视机直接显示出图象和声音，所以在 PPU 内要对此进行 D/A 变换。同时，由于“游

戏”的需要，它对信息也应当可存可取，所以 PPU 内必须设有 RAM(随机存取存贮器)，其存、取过程由 R/W 控制。

为了让电视机显示合成彩色全息信息，PPU 还必须将转换成的色度信号去调制彩色副载波。8402 是一种两制式的视频处理器，它可以合成 NTSC 制、PAL 制彩色全息视频信号。因此，它有二个外接晶体振荡器，频率分别为 4.43MHz(对应于 PAL 制)，3.58MHz(对应于 NTSC 制)。

2600 型游戏机采用 EPROM 可擦式只读存贮器 2732(也有采用 2716 的)，其容量为 2K×8 位。2732 用于存贮游戏内容，实为软件，即是各种内容不同的游戏卡，它象一盘盘去掉抹象装置的“录象带”，只可“放”出，不可“录”入。

射频调制电路将音频信号和同步、亮度、彩色信号迭加后在射频调制电路内进行混频调制，产生声图一体 PAL 制全电视信号经 RF 端口送至电视机射频输入端插口。

第三章　家用电视游戏机(8位机和16位机)

第二代家用电视游戏机的节目卡容量仅为4K。存贮容量小,必然引起图象单调、形象粗糙、游戏内容乏味、趣味性和激烈的程度也差,同时运算速度低。在那个时代,企图增加存贮器(ROM、RAM)在游戏机硬件结构中的比重,即提高它的容量,是不现实的。因为那样做,必然要提高游戏机的成本和市场价格,一般家庭就难以接受了。

80年代随着微机行业的迅猛发展,微处理器及其外围电路只要设计封装在一块IC里就行,一片IC就是一个微机系统,即单片机。单片机的出现,必然促使电子游戏机的体积迅速减小,价格不断下降。于是,凝聚着许多高科技成果的电视游戏机开始步入一般家庭。

1983年,日本任天堂株式会社(一家设计、生产计算机的公司)以公司名字(Nintendo)命名,推出了首部任天堂红白机——第三代家用电视游戏机。任天堂游戏机的出现,以其新颖的设计、突破性的科技,远远把其它机种抛在后边,引发了一场电视游戏机界的大革命,任天堂几乎成了当时电视游戏机的代名词;时隔不久又诞生了16位加8位双CPU第四代家用电视游戏机。

第三代、第四代家用电视游戏机,都属近期家庭用电视游戏机,在我国拥有众多的用户。这里必须指出:①第四代16位机正在取代8位游戏机,成为当今世界范围的娱乐新潮流,但是在我国已有上百万的家庭拥有这类产品,其中许多家庭还不会一时更新游戏机;同时,目前国内市场上8位游戏机还到处可见,其价格和16位机相比,也低得很多。②前边已经讲过,第四代家用电视游戏机和第三代家用电视游戏机相比,除了采用双CPU结构外,其它方面如内部构造、组合方式甚至输出方式等相差不大。由此,本书把第三代、第四代家用电视游戏机归类为近期家用电视游戏机,(除早期的特别注明外,以下所称的家用电视游戏机都指近期的),这样做,对广大用户、对于游戏机的使用和维修都是有益的。

家用电视游戏机有四大特点

(1)游戏节目丰富诱人;

(2)适用范围广。除应用于家庭外,企事业单位集体娱乐,农村文化活动站也很实用,稍加布置,可代用作为营业用机;

(3)性能价格比高;

(4)可扩充。它设有可接光电枪、立体镜、键盘、软盘驱动器等辅助设备的插口,可进行射击游戏、立体游戏,还可以作为小型电脑使用。

家用电视游戏机自80年代开始引入我国市场。由于日本原装的家用电视游戏机输出的是NTSC制式电视信号,而我国国内电视是PAL制,不能使用。所以进口的第三代、第四代家用电视游戏机都须经过台湾、香港的改制,或者直接由全国各地经过组装、设计制造的适合PAL制式的家用电视游戏机及其派生产品。

市场上流行的各种牌号的第三代、第四代家用电视游戏机及其派生产品,型号繁多。例如:小霸王、王中王、兰天、妙博士、小天才、胜天、智力宝、家家乐等都属于任天堂游戏机系

列。任天堂本身的牌号也有许多,例如:任天堂 900,任天堂 HVC-001、HVC-002,任天堂红白机,任天堂 DY-616,任天堂 S-737 等。同一牌号的还分 8 位机、16 位机,例如:妙博士 8 位机、妙博士 16 位机;世嘉五代 8 位机、世嘉五代 16 位机。

第三代家用电视游戏机,虽然型号繁多,外观式样多变,但从内部电路形式上区分主要有三类:

①采用 26.601712MHz 单时钟晶振电路的游戏机。这类游戏机线路简单,图象质量好,游戏卡兼容性强,为 90 年代初进入我国市场的机种。

②采用 26.6017MHz 和 21.47727MHz 双时钟晶振电路的游戏机。这类游戏机线路略为复杂,图象质量较好,游戏卡兼容性稍差。

③采用 21.251465MHz 单时钟晶振的机种,为早期产品。这类游戏机线路复杂,且原机彩电制式与我国标准不符,后经香港等地改制后进入我国市场。这类游戏机图象质量尚好,游戏卡兼容性好,但是市售配件较少,维修有一定困难。

表 3.0.1 为市场上流行的几种主要牌号游戏机时钟频率(此表仅供参考,因为有的游戏机牌号、型号及外观均相同,而机芯类型则不同,甚至相差极大。如果所用 CPU、PPU 是不同的型号,则所用时钟频率自然也不同)。

表 3.0.1

游戏机牌号	产地	时钟频率
IQ-301 小天才	台湾	21.47727MHz
IQ-501 小天才	香港	21.25MHz、17.73MHz
TM-616	日本引进	26.6017MHz、21.47727MHz
任天堂 S-737 等	日本引进	26.60172MHz
任天堂红白机	日本引进	21.47727MHz
IQ-501 小天才	台湾	21.47727MHz
超任、世嘉五代 16 位机	日本引进	4MHz、26.60172MHz

另外,由于电视信号的制式不同,在改制、组装中同一牌号的游戏机亦会出现单时钟、双时钟的两种情况,甚至出现其它频率的时钟脉冲。对于第四代 16 位家用电视游戏机所采用的时钟频率,Z-80 的 $\phi = 4MHz$,MC68000 的 $\phi = 4MHz$,PPU 的 $\phi = 26.60172MHz$。

§3.1 游戏机组成及工作原理

家用电视游戏机的基本结构是:主机,控制盒Ⅰ、Ⅱ(控制电缆连接主机,并可插在主机外壳上),电源变压器,节目卡,信号传输线;每机还配有天线切换开关盒,主机尺寸约 200×160×60mm,功耗 4W 左右,图 3.1.1 为它的连接及组成。图中各开关、插孔功能如下:

主机:

POWER:电源开关;

PUSH:节目卡推出键;

RESET:复位开关,按下后程序清零,等候开始(START)指令;

P_2:手枪及电脑键盘插座;

AC ADAPTER: +10V 电源插孔;

TV/VHF:调制后的全电视信号输出孔;

50Hz/60Hz:场频选择开关;

VIDEO:视频输出插孔;

AUDSI:音频输出插孔。

控制盒:

START:开始或暂停;

SELECT:选择键;

A、B:两个攻击键;

↑↓←→:上、下、左、右运动方向控制键;

……:攻击速度调节开关;

以上这些标记,只是基本功能,对于不同的节目,其基本功能有所不同。在更换节目卡时,必须关掉主机电源,方可取出节目卡。

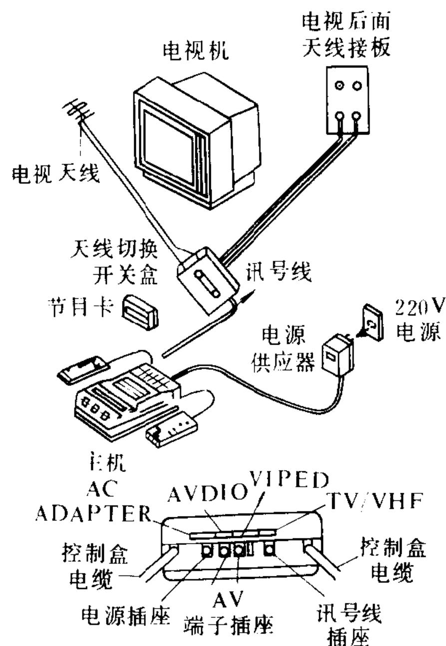


图 3.1.1 近代家用电视游戏机的组成

游戏时,将天线开关盒中的开关置于Compute,电视与游戏机接通;开关置于 ANTENNA 时,电视与室外天线接通;开关置于 TV 位置时,收看电视。按图 3.1.1 连接各部无误后,插上节目卡,插好电源插头。接通主机电源,然后将电视频道选在“Ⅲ”段,进行微调直至出现稳定图象。再选择合适的版面,按启动键(START)即可进行游戏。操纵 A、B 键和方向键,与电脑战斗直至失败为止,此时电视屏幕上出现游戏牵引程序,指引游戏者如何游戏。

8 位家用电视游戏机中各类产品基本原理一致,电路结构大同小异,图 3.1.2 是它的原理方框图,图中电脑板、节目卡、调制板和稳压块形成主机;控制器则由二个控制盒构成。

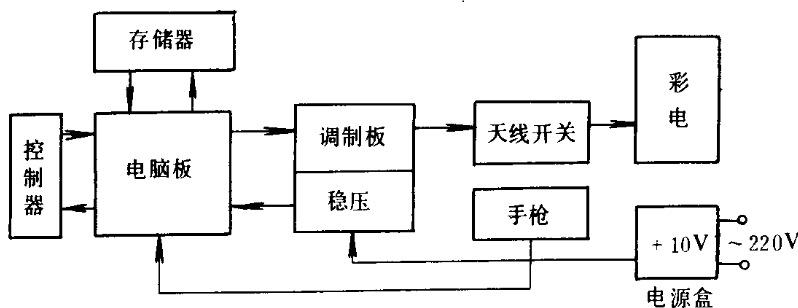


图 3.1.2 8 位家用电视游戏机原理方框图

16 位家用电视游戏机的原理方框图如图 3.1.3 所示。和 8 位机相比,主要不同之处在于图 3.1.2 中的电脑板仅含一个 CPU,不仅处理影象信号,还处理伴音信号;而图 3.1.3 中含二个 CPU,分别处理影象信号和伴音信号。以下把各个部分的主要功能简单加以叙述:

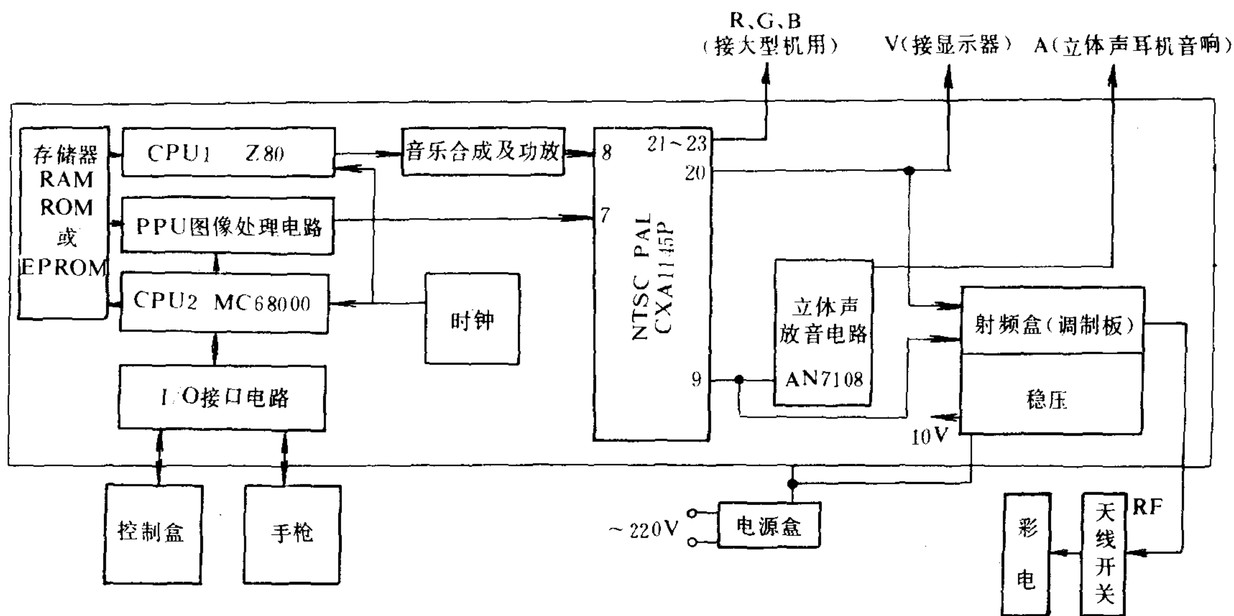


图3.1.3 16位家用电视游戏机原理方框图

1. 电源盒

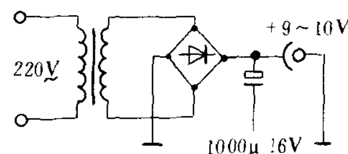


图3.1.4 电源盒内的原理电路图

图3.1.4是电源盒内的原理电路图，它装在一个长方形的塑料盒内，称为游戏机的随机电源，或叫做电源供应器。220V交流电通过降压变压器降压，再经全波桥式整流、大电容滤波，输出+9V~+10V(有的游戏机是12V~14V)的直流电源，然后送入主机。

2. 主机

主机由稳压电源、中央处理器CPU、视频处理器PPU、射频调制输出(调制板)、接口电路组成。主机中的所有元件，有的机型组装在一整块电路板上，如DY-616型；有的组装在两块电路板上，如“智力宝”、“小天才”等机型，习惯上称之“一块板机”和“两块板机”。其中“两块板机”有主、副线路板之分。

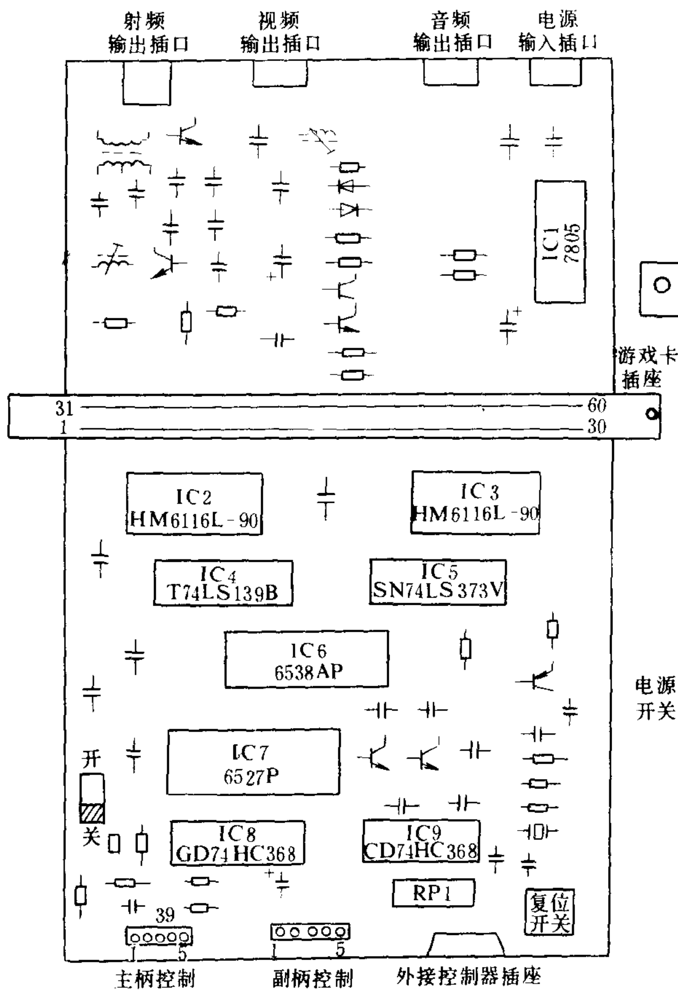
主机印制板元器件排列图，如图3.1.5所示。此图为任天堂型家用电视游戏机的主机(8位)所用，其它派生机型和此图类似。图3.1.6为它的主机装配简图。

图3.1.7给出了一种较为常见的任天堂家用电视游戏机及其派生产品(8位)的典型电路图。应当说，目前社会上流行的各种机型大同小异，和此图没有太大的区别。

关于主机中各单元电路的功能，由于比较复杂，在后面会专门加以叙述。

3. 天线开关盒

可分别与游戏机、室外天线、彩电等连接。



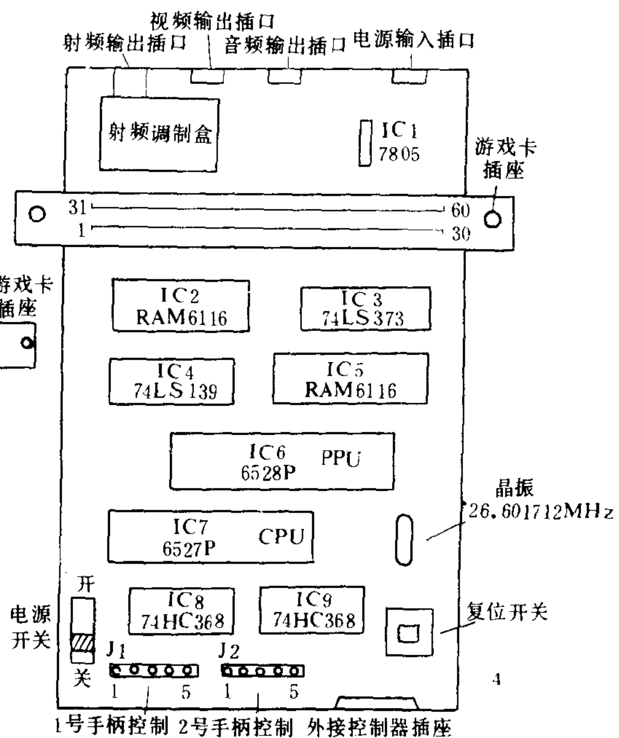


图3.1.5 任天堂型(8位)主机印制板元器件排列图　　图3.1.6 任天堂型(8位)主机装配简图

4. 手枪

电视游戏机中的手枪或冲锋枪,其主要功能用于射击,能单发亦能连发。当扣动扳机时,枪体会有模拟真枪射击时的颤动,所以枪柄中设有音频放大电路,与模拟颤动电路装在一块印刷电路板上,而模拟颤动电路是利用电子电路和直流电动机以及机械装置组成。

手枪正常工作时,电视机中喇叭应有枪击声、被击画面应有光亮信号,同时能消灭所击目标。如上所说,在开枪射击时,枪身还应在射击画面下模拟颤动;在按方向键"上"后,画面能向里伸展,每扣动扳机即可击发。当扣动扳机中弹时,不但有射击声,还应具备开花、爆炸的现象,使画面如同真的枪击场面一样,达到栩栩如生的效果。

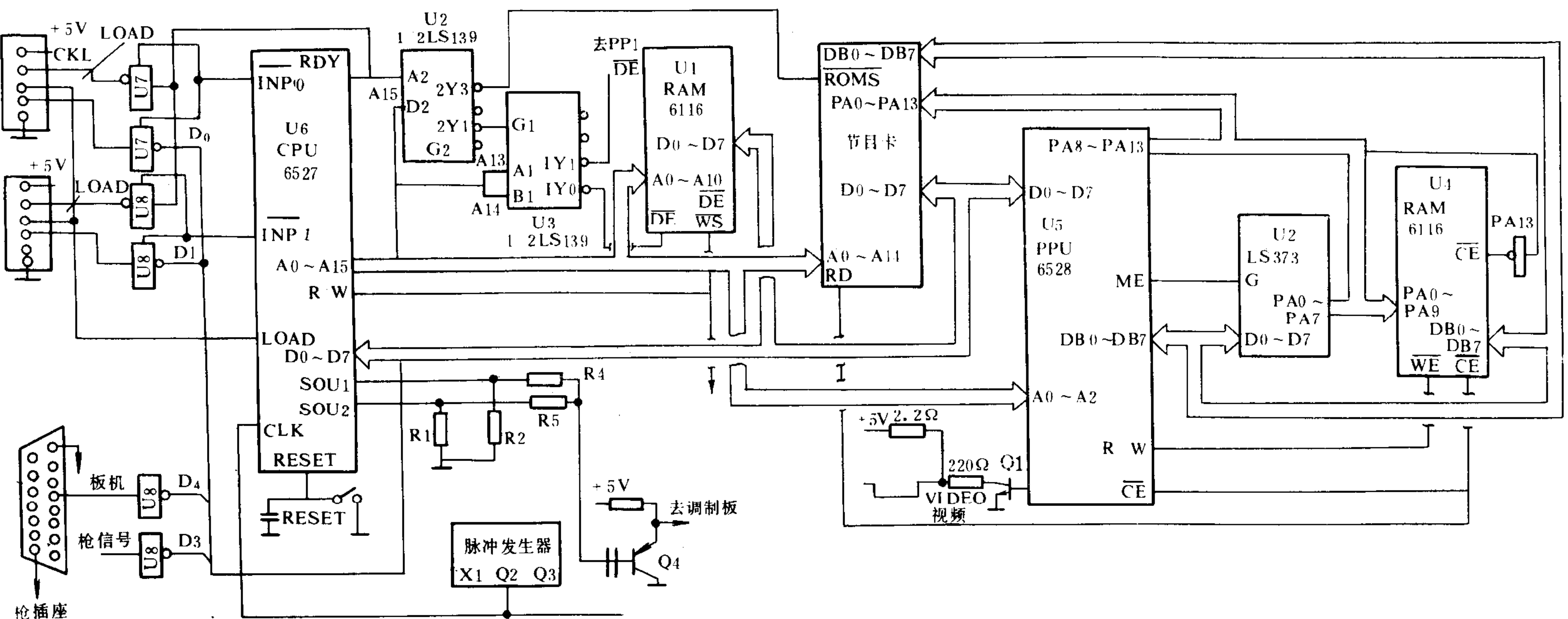


图 3.1.7 任天堂8位机典型电路图

§3.2 家用电视游戏机电源电路

一、第三代家用电视游戏机电源电路

这里以任天堂8位机作例。

任天堂系列家用电视游戏机电源系统由二部分组成，如图3.2.1所示。图中交流220V通过电源变压器，经全波整流，在滤波电容C的正极得到：1.2×12V≈14V左右的电压。这一部分由电源变压器，全波整流二极管D1、D2，滤波电容C组成的电路，也称为随机电源。通常，把它安装在一个长方形塑料盒内，在图3.1.1中被称为电源供应器的就是指的这部分电路，它在游戏机主机的外部，不属于主机。

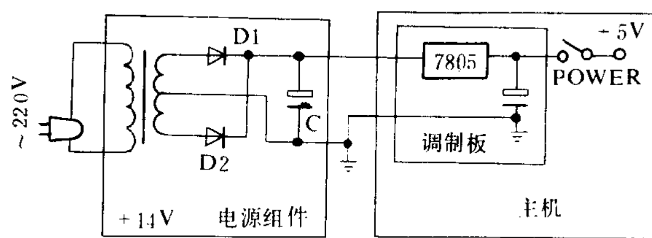


图3.2.1 任天堂系列家用电视游戏机电源系统

另一部分安排在主机内，实质上就是第二代家用电视游戏机2600系列所采用的稳压方式，也利用三端稳压器7805稳压，输出+5V电压。这部分电路在游戏机主机中称之稳压电路或稳压电源，它的印刷板及其装配图，7805实际连接图如图3.2.2所示。

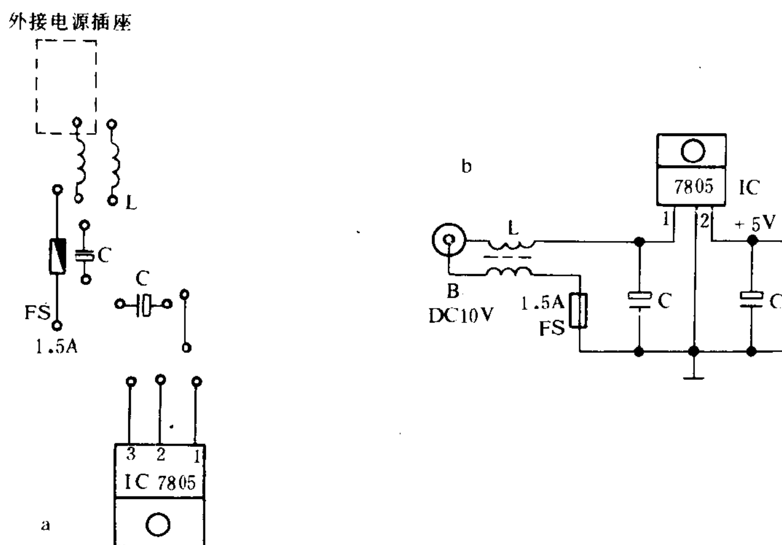


图3.2.2 任天堂稳压电路的装配图、连接图

二、超级任天堂、世嘉五代系列16位家用电视游戏机的电源电路

超级任天堂、世嘉五代16位家用电视游戏机及兼容机如:"小教授"、"妙博士"、"小霸王"等,其电源电路的内部结构、组合方式同第三代家用电视游戏机的结构无太大差别,亦是采用以三端集成块7805为主的稳压电路形式。

日本制造的超级任天堂、世嘉五代16位游戏机,在进入中国市场前,加装了一个PAL-D制式射频盒,将射频盒悬摆在7805散热板上。由于振动很容易使得射频盒连线断落,造成无声、无图象甚至短路等故障。所以,在这些游戏机进入国内市场后,一些厂家采用图3.2.3所示的方式,将射频盒固定在三端稳压块7805的散热板上。其方法是:打开射频盒盒盖,将盒盖仰放在散热板合适处,再在盒盖以及散热板上打相应的ϕ3mm小孔,再用平头ϕ3mm螺丝固定盒盖和散热板,垫上绝缘纸,合上射频盒,焊牢即可。

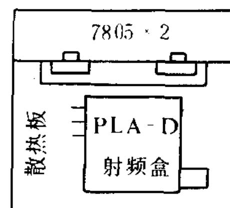


图3.2.3 射频盒固定在7805散热板上

世嘉五代16位游戏机内的稳压电源和第三代游戏机的相同,而前者要求输出功率增加,这样在使用这些游戏机时,就不会尽如人意。例如:当电网电压高达240V以上时,游戏机发热严重,这样影响游戏机的寿命;当电网电压低于160V以下时,图象跳动且产生爬行的黑横条且伴音有哼声,甚至使游戏机无法工作;在炎热的夏天,电源发热更加严重;游戏卡自行停止工作等等。

国内厂家在生产世嘉五代16位兼容机时,专门设计了如图3.2.4所示的稳压电源。该稳压电源以三端集成稳压块7808为核心组成。稳压块7808内部设有过载、限流、过功耗保护电路,利用它组装稳压电源电路简单可靠,它的输出电压为8V,输出电流最大为1.5A,足以满足世嘉五代兼容机供电的需要。

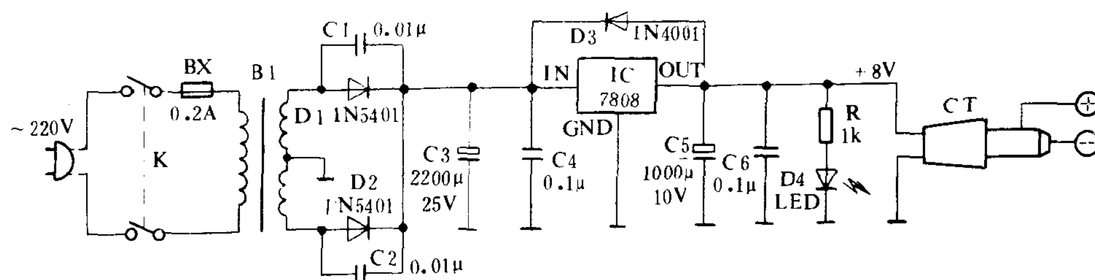


图3.2.4 世嘉五代16位兼容机电源电路

图3.2.4中,电源变压器B1为降压变压器,经整流二极管D1、D2进行全波整流,再由电解电容C3滤波,得到约14V的直流电压;此直流电压因含有脉动成分,质量不高,所以再设稳压块7808,经7808稳压后,输出稳定在8V直流电压上。输出端的C5、C6的作用是进一步滤除稳压后的残余高低频纹波,而D3的作用是防止7808因输入端短路而引起损坏。

变压器B1的功率应大于20W,输出设中心抽头,为两组12V绕组,电流不小于0.8A。7808集成块应安装在厚3mm、面积大于10000mm^2的铝质散热片上。其它元件为通用元件,无特殊要求。

装配时，电容 C4 靠近 7808 的输入端，C6 靠近 7808 的输出端，这样能更好地抑制输出纹波。输出插头的内电极为负极，外电极为正极。

§3.3 家用电视游戏机的中央处理器电路(CPU)

中央处理器(Central Procesing Unit，缩写 CPU)是游戏机的大脑，它实际上是一个微型计算机。

早期的家用电视游戏机中，第一代所用的 CPU 是一块 AY-3-8500 专用游戏芯片；第二代 2600 型家用电视游戏机所用的 CPU 是微处理器 IC6507，为一个 8 位的专用芯片，其结构与中华学习机上应用的 6502 基本相似；第三代家用电视游戏机由于型号繁多，所使用的 CPU 的型号五花八门，有 6527P、6527、6540、2A03E、6005H、2A03、87007、87007P、KD841 等；而第四代超级任天堂、世嘉五代 16 位机等新一代家用电视游戏机采用双 CPU 结构，其中 16 位 CPU MC68000 处理游戏影像，8 位 CPU Z-80 处理音响效果。CPU 的型号虽然很多，但它们的工作原理基本相同，工作性能都差不多。由于 16 位游戏机是当前游戏界最耀眼灿烂的一颗明星，代表了当今娱乐的新潮流，所以将重点介绍它的 CPU。

一、CPU 的组成及分类

中央处理器 CPU 分累加器型、通用寄存器型和堆栈型。

1．累加器型处理器

累加器型处理器是最简单的中央处理器，它只有一个或二个称累加器的寄存器，累加器进行算术、逻辑操作和数据传送。图 3.3.1 是单累加器型的 CPU 结构，各个部件的功能简要说明如下：

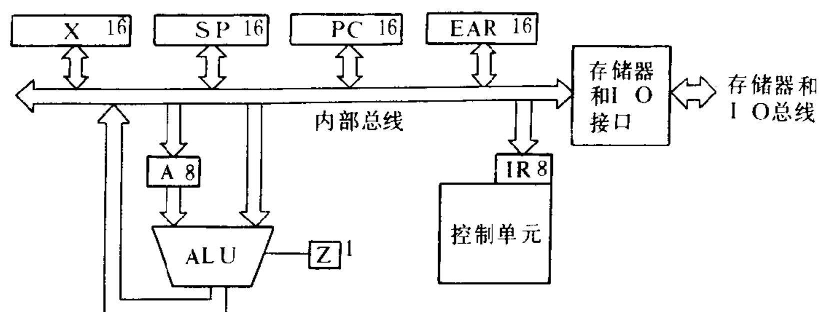


图 3.3.1 单累加器型 CPU 结构

指令寄存器 IR：它是一个 8 位的寄存器，保存正在执行的指令的第一字节。

有效地址寄存器 EAR：一个 16 位的寄存器，保存执行指令时 CPU 读/写存贮器的地址。

指令计数器 PC：这是一个 16 位计数器，保存存放下条要执行的指令的存贮器地址。

累加器 A：一个 8 位寄存器，内容是要处理的数据。

变址寄存器 X：它是一个 16 位寄存器，它的内容为程序所用的地址或 16 位数据。

堆栈指示器 SP：一个 16 位寄存器，它的内容是存贮器中的返回地址堆栈的栈顶地址。

零标志位 Z:这是一个一位寄存器,在执行每条数据处理指令时由 CPU 置位,如指令产生全零结果,Z = 1;反之,Z = 0。

算术逻辑部件 ALU:把二个 8 位数进行运算,产生一个 8 位数的结果。

控制部件:对指令进行译码,并且控制其它部件取指和执行指令。

存贮器及 I/O 接口:根据来自控制部件的命令读/写存贮器及与 I/O 设备交换信息。

2. 通用寄存器型处理器

通用寄存器型处理器有一组通用寄存器(多于二个),进行算术、逻辑运算和数据传送。这些寄存器之所以称为通用,因为它们被看成是完全相同的(或几乎相同)。任何寄存器的内容可以是被指令所使用的数据,也可以用来表明一个地址。典型的通用寄存器型 CPU 有 8 个或 16 个 16 ~ 36 位的寄存器。图 3.3.2 是它的内部结构,和图 3.3.1 比较,IR 扩展为 16 位,SP 和 X 被取消,而 A 被一组 16 位通用寄存器 R0 ~ R15 所替代,图 3.3.1 中 SP 的功能由 R15 执行,X 的功能可以由除 R0 外的任何寄存器完成。

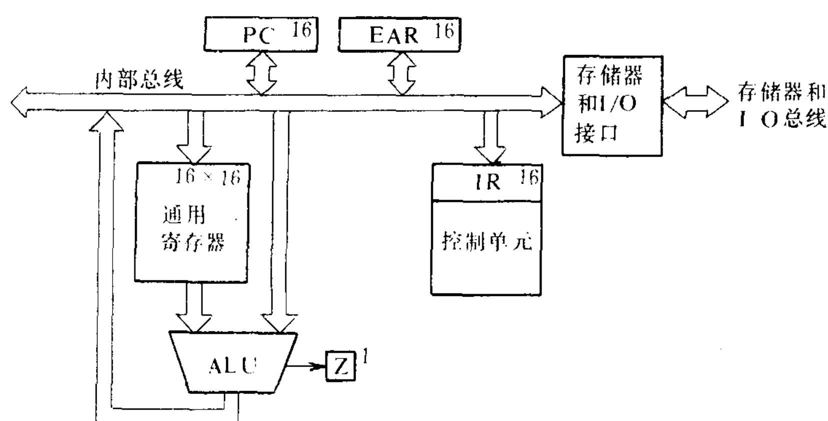


图 3.3.2 通用寄存器型 CPU 结构

3. 堆栈型处理器

堆栈型处理器既没有通用寄存器也没有累加器,仅有一个堆栈指针 SP,它指向存贮器中的一个下推堆栈;所有操作在堆栈中完成。图 3.3.3 是堆栈型 CPU 的内部结构简图。图中,一个 16 位的 TEMP(暂存)寄存器替代了图 3.3.1 中的累加器 A,在每条指令执行时它用于暂时保存一个操作数。

二、指令的执行

游戏机中 CPU 的工作过程是一个十分复杂的过程,要弄清 CPU 的工作过程,必须先了解清楚 CPU 中指令的定时及系统微操作控制线路。CPU 本身及游戏机中的各个部分都严格地按照一定的时间顺序进行工作,即在一个统一的时钟指挥下,合乎逻辑与规律地传递内部信息,使整机的各个部分能协调地工作,完成游戏机各种各样的操作。

1. 指令的定时

游戏机接通电源后,上电复位,CPU 就自动开始执行监控程序中的指令和游戏节目程序指令。CPU 在执行这些指令时,总是把一条指令分解成若干个不能再进一步分解的操作,顺利完成这些操作,就是执行完成了一条指令。这些不能再进一步分解的操作,称之微操作。

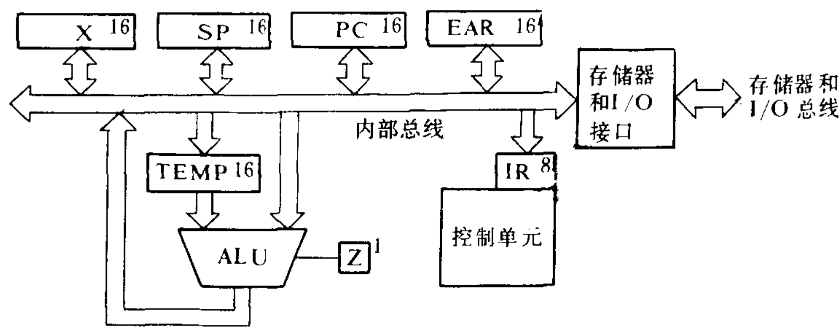


图 3.3.3 单总线 CPU 结构

微操作由一系列脉冲信号进行控制，而这些脉冲信号在时间上有严格的先后顺序，它们依靠定时信号的控制。

游戏机中 CPU 的操作，是由一个晶体时钟来加以控制的，这个时钟信号可以用 ϕ 来表示，如图 3.3.4(a)所示。时钟信号 ϕ 通常由 CPU 外部的时钟振荡电路提供，ϕ 的频率由石英晶体振荡器决定，前面已经提到，不同机型的时钟信号中的主频率略有不同。图 3.3.4(a)是某些微处理器或 CPU 采用单相时钟定时的波形，但有些 CPU 却采用二相时钟来定时，这是二相非重叠双向时钟，如图 3.3.4(b)所示，它的特点是：二相时钟信号 ϕ_1 及 ϕ_2 中，每一相信号的高电平部分均出现在另一相低电平的宽度内。

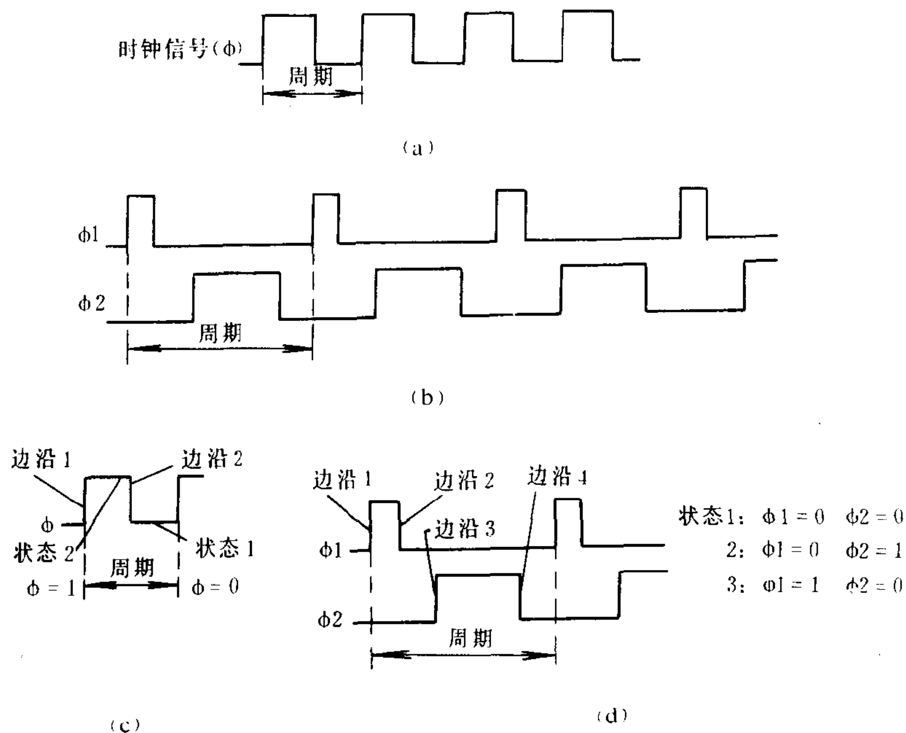


图 3.3.4 时钟信号

我们可以利用 ϕ_1 及 ϕ_2 的两种状态

$$\begin{cases}\phi_1 = 1 \\ \phi_2 = 0\end{cases} \qquad \begin{cases}\phi_1 = 0 \\ \phi_2 = 1\end{cases}$$

以及 ϕ_1、ϕ_2 的上跳或下降信号来作为 CPU 内部或外部系统的定时信号。图 3.3.4(c)表示单相时钟信号的每个周期有两个边沿和两种状态；(d)表示二相非重叠双向时钟信号的每个周期有 4 个边沿和三种状态。

2. 指令的周期

通常，执行一条指令就是要顺序地执行一组基本操作(微操作)，例如取指令、读数据、写数据等。完成某一组明确规定的基本操作的周期部分称为机器周期，也就是工作周期。而定时振荡器二个相邻脉冲前沿的间隔叫作一个时钟周期。显然，完成一个机器周期，通常必须经过一个或多个时钟周期。图 3.3.5 中，M1 表示完成某一种独立操作所需时间的机器周期；T1 ~ T4 表示周期状态信号，它们的高电平持续时间为机器处于某一种状态(微操作)的持续时间，也称为 T 状态，Ti 的产生可以由 CPU 内部的分频电路产生，而一个机器周期 M 可以包含若干个 T 状态，这里 M1 包括有 4 个 T 状态。

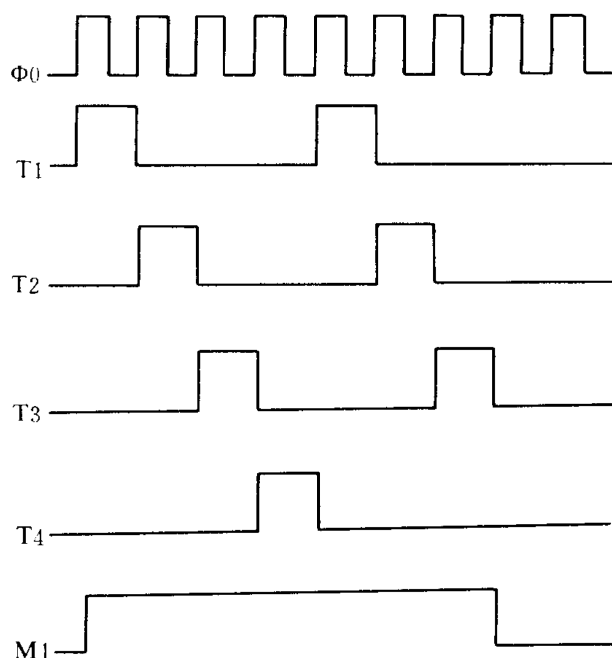


图 3.3.5 CPU 的时钟周期

另外还称一条指令的取出和执行所需的时间叫做指令周期。任一指令周期的第一个机器周期都用来取本条指令，而指令规定的操作将在本指令周期的其它机器周期里执行，因此一个指令周期有若干个机器周期。

3. 举例

这里，以取一条指令的操作为例，说明微操作的工作过程，其时序如图 3.3.6 所示。

指令一般存放在存贮器指定的单元中，假设执行这个取指操作的机器周期 M1 共占有 4 个 T 状态：T1 ~ T4。其工作过程为：

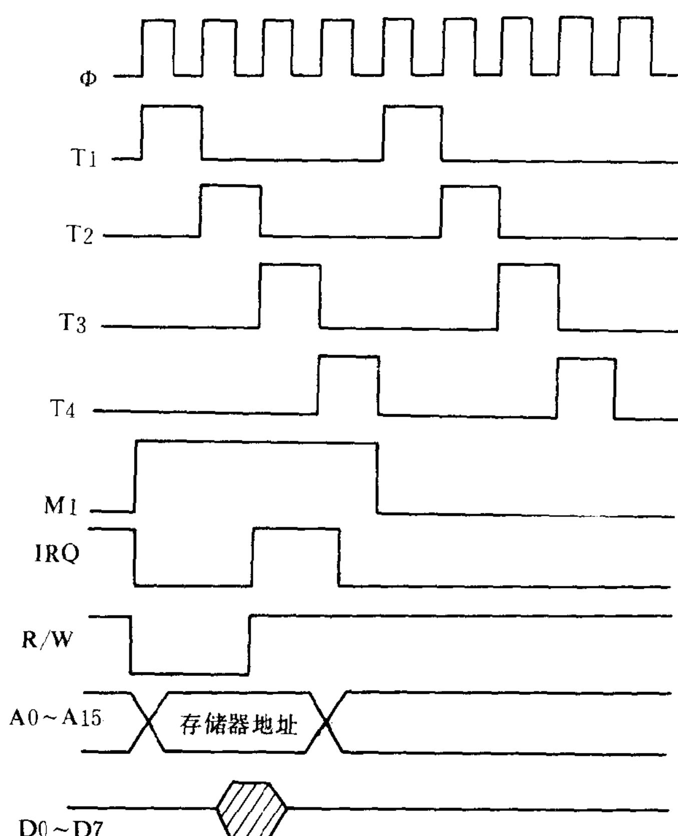


图 3.3.6 CPU 的取指时序举例

(1)CPU 发出取指令的地址:在 T1 的上升沿,CPU 中程序计数器 PC 存放的指令地址信号挂到 A0～A15 地址总线上,为从存贮器取指作准备。

(2)CPU 发出存贮器请求信号$\overline{IRQ}$(低电平有效):此时地址总线上的数据已稳定,$\overline{IRQ}$一直保持到 T3 的上升沿,它表明地址总线上的代码为存贮器地址代码(有时也作为存贮器的片选信号)。

(3)CPU 发出 R/$\overline{W}$ 信号:在 T1 的上升沿发出,保持到 T3 的上升沿,和$\overline{IRQ}$几乎同时有效。CPU 进行读操作,从存贮器中地址总线所指定的单元内读出指令操作码信息,同时把此信息挂送到数据总线上。

(4)指令操作码送入 CPU 的指令寄存器 IR:在 T3 的上升沿,存贮器中指定地址的单元内的内容因已挂上数据总线 D0～D7,此时它们被送入 CPU 的指令寄存器 IR,于是取指操作完成。

三、实际 CPU 电路介绍

1. 第三代家用电视游戏机 CPU 芯片

6527P 是第三代家用电视游戏机中常用的 CPU 芯片,在机种任天堂产品系列中,可以进行互换的 CPU 型号有:6527、KD841、6005H、87007 等;在机种小天才产品系列中,可以互换的 CPU 型号有:6527P、6527、6540、87007P 等。

6527P 是 40 脚的双列直插式 LSI 芯片,它的管脚功能可以分为五组:(1)A0～A15 为 16

根地址总线(AB),这是一组三态单向输出总线,采用正逻辑体制,其高阻态表示与总线开路,可让其它设备占用总线。(2)D0～D7为8根数据总线DB,这是一组双向传输总线,也呈三态。(3)电源线、地线、时钟输入信号线,分别为管脚㊵、⑳、㉚、㉙。(4)管脚①、②为两根音频信号单向输出线。(5)10根控制线,分别为管脚③、㉛～㊴。图3.3.7为CPU6527P芯片引出脚功能图;图3.3.8为"IQ-301小天才"游戏机中由CPU6527及内存IC6116组成的中央处理器电路图;图3.3.9为任天堂系列游戏机中由CPU6527P及内存IC6116组成的中央处理器电路图。

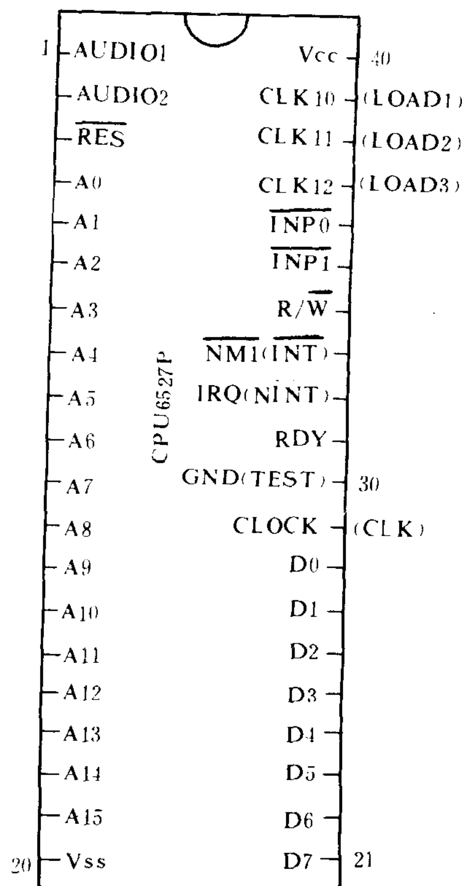


图3.3.7 CPU6527P引脚功能图

CPU在处理游戏节目卡中的程序和图象信息时,把与图象有关的数据写入RAM6116的指定区域,把数据中有关音频的数字信号经CPU内部D/A转换器转换成模拟信号后,由管脚①、②两路输出,经外围电阻R1～R4相加,成为游戏过程中的模拟伴音信号。管脚③为游戏机的上电复位端,此信号是单向输入、低电平有效。电路接通电源后,CPU内部的上拉电阻对C1充电。上电复位分二个过程:合上K1,管脚③为低电平,使CPU复位,此时CPU内部各种寄存器全部清零,C1上也无存贮电荷(假设已释放完);然后松开K1,C1充电,当C1的电位逐渐上升达到开门电平时,复位操作结束,CPU即进入初始工作状态,并开始工作。管脚④～⑲为A0～A15 16根单向三态输出地址线,其中A0～A10与RAM6116的地址输入端相连,其容量为$2^{11}=2048$,为2K个存贮单元;A11～A15中A11、A12不用,A13～A15和管脚㉛RDY,通向译码器74LS139的输入端A1、B1、A2、B2,经译码后,分别作为RAM 6116、PPU、游戏卡中ROM的选通信号和片选信号。CPU送往PPU的数据是8位(D0～D7),所以对PPU的寻址只须A0～A2三根地址线;对节目卡中ROM的寻址线是A0～A14,$2^{15}=32768$,所以节目卡的最大可寻址为32KB。

74LS139芯片具有两组2/4线译码器,电路中用了二个74LS139芯片。地址线A13、A14接第二个74LS139,管脚㉛RDY、地址线A15接另一个74LS139,译码后分别从1Y0～1Y3、2Y0～2Y3输出。两个译码器各有一个使能端1G、2G(即G1、G2),低电平有效。2G接地,使对应的译码器能始终保持使能;1G接2Y1,仅当RDY=0、A15=1时才能使2Y1=0,对应的译码器(即图3.3.8中的U3,图3.3.9中下面的74LS139)才能开始工作。若RDY=1,A15=1,则2Y3=0,2Y3通向游戏卡插座的管脚㊹,作为ROM的片选信号;2Y0、2Y2闲置不用。当A13=A14=0时,1Y0=0,1Y0作为RAM6116的选通信号(低电平有效);当A13=0,A14=1时,1Y1=0,1Y1通向PPU芯片,作为PPU芯片的选通信号。表3.3.1归纳了上述RDY、A13～A15四根信号线经74LS139译码后选中的芯片及对应CPU的有效地址。

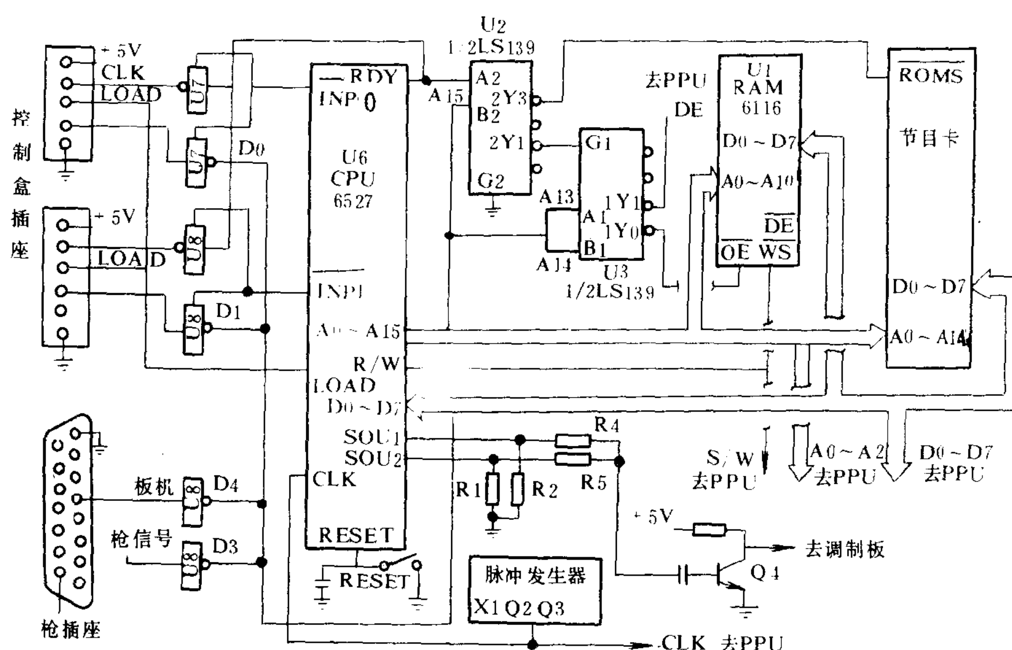


图 3.3.8 "IQ-301 小天才"中央处理器电路图

表 3.3.1

RDY	A15	A14	A13	2Y3	1Y1	1Y0	选中芯片	CPU 有效地址
1	0	0	0	1	1	0	RAM6116	0000H-1FFFH
1	0	0	1	1	0	1	PPU	2000H-3FFFH*
1	1	X	X	0	1	1	游戏卡 ROM	8000H-FFFFH

CPU 的管脚㉑～㉘为 D7～D0,是 8 位输入/输出双向数据总线,分别与 RAM6116、PPU 及节目卡 ROM 中的数据端相接,进行信息交换,它们为三态的结构,可工作于输入、输出、脱线三种方式,由 CPU 的 R/$\overline{W}$ 线和片选信号决定。管脚㉙CLOCK(CLK)为 CPU 的时钟信号输入端(单向),与外围的时钟振荡电路连接。管脚㉜、㉝为中断请求输入端(单向)、非屏蔽中断请求输入端,它们分别接至 PPU 的管脚⑲(PRAMEN)、游戏卡插座⑮脚及扩充插座 CZ3。管脚㉞为 R/$\overline{W}$ 单向输出线,分别接至游戏卡的⑭脚、RAM6116 的㉔脚作为读/写的控制信号线。当 R/$\overline{W}$ = 1 时,进行读操作;当 R/$\overline{W}$ = 0 时,进行写操作。CPU 的管脚㉟、㊱$\overline{\text{INP0}}$、$\overline{\text{INP1}}$为单向输出,作为游戏机控制器Ⅰ、Ⅱ的控制信号,实现 CPU 与外设的通信联络,和接口电路两片 74LS368 的使能端相连。当$\overline{\text{INP0}}$ = 0 时,CPU 与控制器Ⅰ以及扩充插座通信,此时,控制器Ⅰ可以送入信号,将数据挂在数据总线上;当$\overline{\text{INP1}}$ = 0 时,CPU 与控制器Ⅱ以及扩充插座通信,那么控制器Ⅱ可以送入信号,将数据挂在数据线上;当$\overline{\text{INP0}}$ = $\overline{\text{INP1}}$ = 1 时,控制器Ⅰ、Ⅱ脱离数据总线。CPU 的管脚㊲、㊳CLK12、CLK11 亦为单向输出,接至扩充插座 CZ3,作为扩充游戏机功能的控制信号。管脚㊴CLK10 除接至扩充插座 CZ3 外,还接至控制器Ⅰ、Ⅱ作为加载 LOAD 的信号。当 CPU 访问外部设备(操纵盒或光电枪)时,该信号使 74LS368 输出脉冲,进行移位,寄存器输出串行数据,再经输入接口送入 CPU 的数据口 D0。

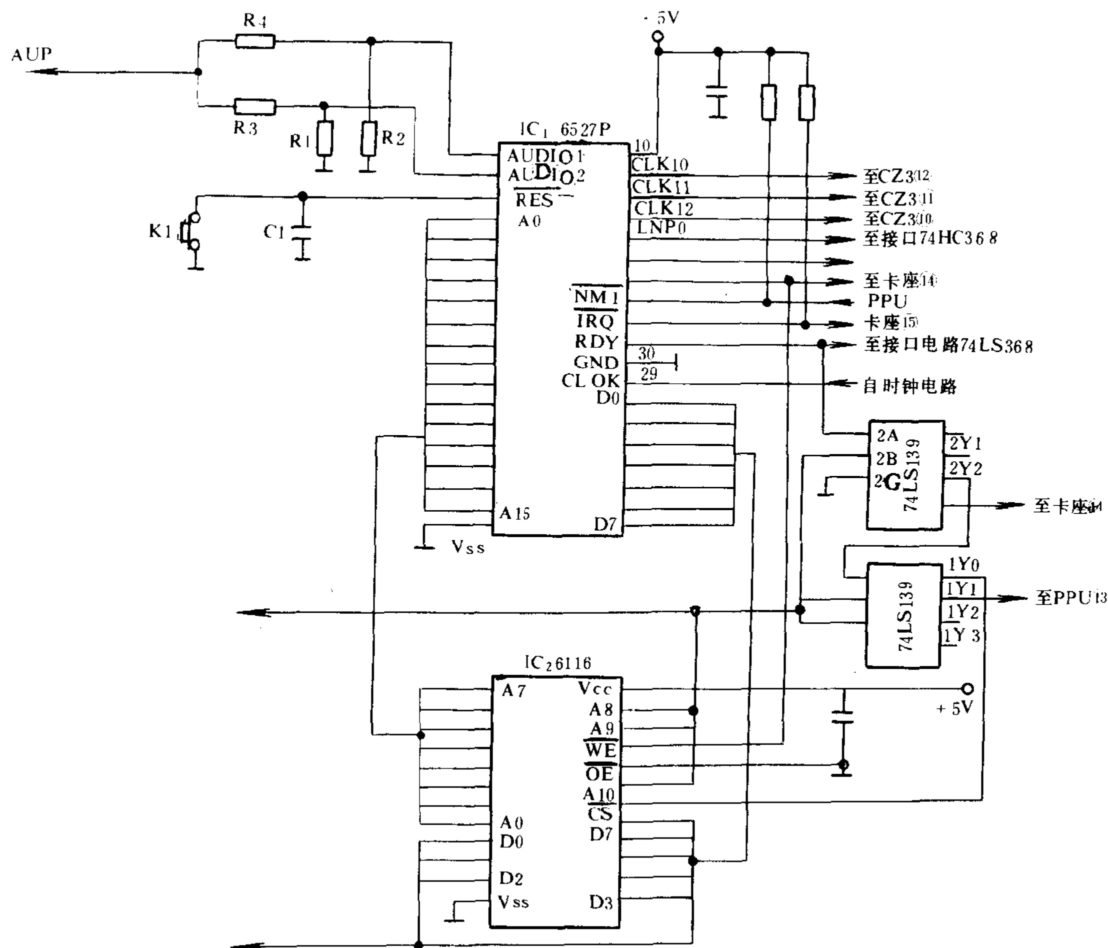


图 3.3.9 任天堂系列中央处理器电路图

在图 3.3.8 中,石英晶体 X1 与晶体三极管 Q2、Q3 组成的 $f = 21.47727$MHz 脉冲发生器,把时钟送往 CPU;当电源向 CPU 管脚③的外接电容(管脚为复位端)充电时,CPU 根据引脚③的跳变信号开始执行节目卡 ROM 中游戏调度程序;RAM6116 则寄存 CPU 的数据,CPU 再把图象信号送给 PPU 加工成 PAL 全电视信号。CPU 在处理游戏调度程序的同时,根据程序的要求在 CPU 内部将音响数据变换成模拟信号,从管脚①、②输出,而控制盒Ⅰ、Ⅱ或手枪的信号通过 INP0、INP1 端口协调送往 CPU 的数据口。

CPU6527P 与 RAM6116、ROM 节目卡插座的连接情况如表 3.3.2 所示。

表 3.3.2

RAM6116	ROM 节目卡插座	CPU6527P	RAM6116	ROM 节目卡插座	CPU6527P
1	6	11	13	40	25
2	7	10	14	39	24
3	8	9	15	38	23
4	9	8	16	37	22

续表

RAM6116	ROM 节目卡插座	CPU6527P	RAM6116	ROM 节目卡插座	CPU6527P
5	10	7	17	36	21.9(PPU)
6	11	6	18	4(74LS139)	
7	12	5	19	3	14
8	13	4	20 地		
9	43	28	21	14	34
10	42	27	22	4	13
11	41	26	23	5	12
12 地			24Vcc		

表 3.3.3 给出了 CPU6527P 的管脚电压值,电压值单位为伏特。

表 3.3.3

引脚	电压值	引脚	电压值	引脚	电压值	引脚	电压值
1	0	11	4.88	21	4.96	31	2.6
2	0.12	12	4.8	22	4.96	32	4.95
3	4.92	13	4.8	23	0.03	33	4.96
4	5.00	14	4.76	24	0.05	34	4.60
5	5.00	15	4.73	25	0.05	35	4.42
6	5.00	16	4.78	26	0.02	36	4.40
7	5.00	17	4.47	27	0.02	37	0.05
8	5.00	18	4.48	28	4.96	38	0.05
9	5.00	19	4.46	29	4.96	39	0.05
10	5.00	20	0	30	0	40	4.96

CPU6527P 和译码器 74LS139、节目卡插座连接情况如表 3.3.4 所示:

表 3.3.4

74LS139	CPU6527P	节目卡插座	74LS139	CPU6527P	节目卡插座
1			9		44
2	17	34	10		
3		35	11		
4	18(6116)		12		
5		13(PPU)	13	19	
6			14	31	32 6(Ⅰ 368) 2(Ⅱ 368)
7			15 地		
8 地			16Vcc		

2. 第四代超任、世嘉五代16位家用电视游戏机CPU电路

超级任天堂、世嘉五代16位家用电视游戏机，采用双CPU结构，对影象信号和伴音信号进行分别处理；其中，CPU1 Z80专职伴音信号的处理，CPU2 MC68000分管影象信号。

(1)中央处理器CPU1 Z80音频处理电路

中央处理器CPU1 Z80音频处理电路见原理框图3.1.3。启动控制盒后，由CPU1 Z80调出节目卡中的音频信号，经音乐合成及功放电路，产生游戏过程中的各种音响，为了产生立体音响效果和转换成PAL/D制式信号，又经过彩色电视NTSC/PAL编码电路中的音频缓冲器，再分别送入AN7108立体声放音电路，由立体声耳机插口，去连接立体声音响设备；和视频信号一起送入调制电路，产生全电视信号RF，去和彩电的天线插孔相连，利用彩电中的喇叭产生音响。

①CPU1 Z80中央处理器

Z80是Zilog公司研制的产品，用单相4MHz时钟频率工作，只需要单一5V电源，I/O与TTL兼容，Z80中的电路采用静态逻辑。它的内部结构及芯片引出脚，如图3.3.10所示。

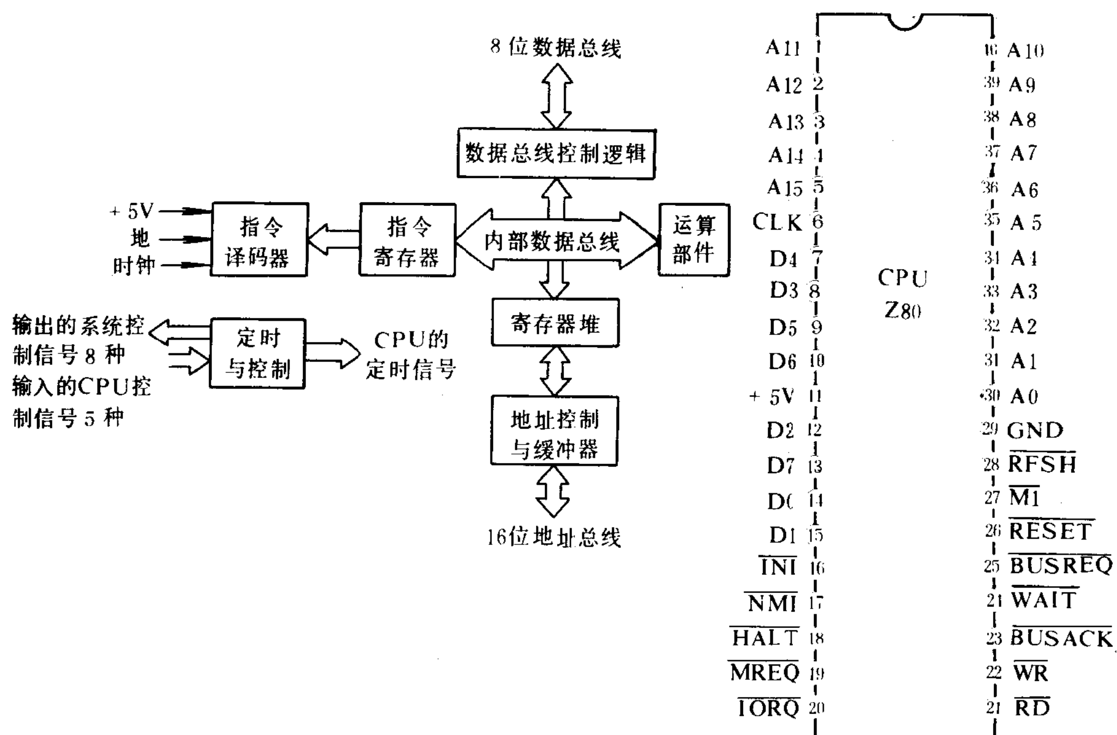


图3.3.10 Z-80内部结构及芯片引出脚

Z80芯片有208位读/写存贮器，能提供大量的内部寄存器，能对单级中断作快速处理响应。它的内部还配备一个动态存贮器刷新电路，使动态RAM能与系统直接连接，使用容易，而不需要外加刷新电路。

Z80芯片共有158条指令，每条指令执行时间平均为1.5μs。由于Z80指令组大，程序也就比较短，因而所需的准备时间比较少，所需的程序存贮量也就小。Z80内含有运算器、指令寄存器、指令译码器、以及具有各种控制和定时功能的逻辑单元。其中，运算器能完成

12 种基本操作，通过内部缓冲总线，它还能与寄存器和外部总线进行通讯。运算器还包含一个寄存器阵列，该阵列是由 CPU 芯片上的 208 位静态随机存取存贮器构成，共有 13 个字，每字 16 位。这些寄存器的功能如下所述：

程序计数器(PC)：程序计数器保存 16 位指令地址，在其内容传送到地址线之后，PC 自动增量。

堆栈指示器(SP)：这也是一个 16 位寄存器，它保存外部 RAM 堆栈顶部的地址。外部堆栈是一个后进先出存贮器，能嵌套简单的多级中断。

变址寄存器(IX、IY)：这是两个独立的 16 位寄存器，分别用来保存变址寻址方式时预先规定好的 16 位基地址，以指出外部 RAM 区，数据将存贮到这个区或从这个区取出。每条变址指令规定有一个 8 位二进制补码偏移量加给基地址以计算有效地址。

中断页面地址寄存器(I)：它用来存贮间接地址的高 8 位，而中断外围设备则在中断响应周期期间提供地址的低 8 位。这就允许中断程序动态地设置在存贮器的任何地方，并使之转向该程序时具有最少的访问时间。

存贮器刷新寄存器(R)：它存有现行存贮器刷新地址。每次操作码取数周期 M_1 的下半周期，它的内容送地址总线，并自动增量，以便对新的存贮部分刷新。同时，输出刷新信号 $\overline{RFSH}$。所以，CPU Z80 能在没有附加硬件的前提下与动态存贮器接口。

8 位累加器 A、A′和与之对应的 8 位标志寄存器 F、F′：A、A′都是独立的，它们能保存 8 位算术或逻辑运算的结果；F、F′则表示 8 位或 16 位运算的特殊状态，通过交换指令选择其中之一工作。

通用寄存器：有两组通用寄存器，每组有六个 8 位的寄存器，可以分别当作 8 位寄存器或 16 位寄存器对使用，通过一条交换指令可选择其中任何一组工作。

Z80 CPU 是 40 条引线的双列直插式封装。每个管脚的功能如下：

管脚①～⑤、㉚～㊵为地址总线 A0～A15，这是具有三态输出的 16 位地址总线。该总线为节目卡存贮器等数据交换提供地址，可以寻址 64KB，对游戏机中 RAM、节目卡中的 ROM 进行寻址。

管脚⑥为单相系统时钟，$\phi = 4MHz$。

管脚⑦～⑩、⑫～⑮为 8 位双向三态数据总线，用来和存贮器进行数据交换。

管脚⑪为电源端 +5V。

管脚⑯为 $\overline{INT}$ 中断请求，⑰为非屏蔽中断请求 $\overline{NMI}$，⑱为暂停状态。⑲为存贮器请求 $\overline{MREQ}$，它具有三态输出，当它为低电平时，表示地址总线上保持有存贮器读出或写入操作的有效地址。⑳为 I/O 请求，它也具有三态输出，当它为低电平时，表示地址总线的低 8 位保持一有效的 I/O 地址，供 I/O 读出为写入操作用。当中断响应时，$\overline{M1}$ 信号和它同时产生，表示一中断响应矢量放在数据总线上。管脚㉑为存贮器读 $\overline{RD}$，为三态输出，当它为低电平时，表示 CPU 要从存贮器或 I/O 设备读出数据。管脚㉒为存贮器写 $\overline{WR}$，为三状态输出，它为低电平时，表示 CPU 数据总线上保持一个有效数据，要存贮到所寻址的存贮器或 I/O 设备中去。管脚㉓为总线响应信号 $\overline{BUSACK}$，用来对请求设备指出 CPU 地址总线、数据总线和一些三状态控制总线信号都已经置为高阻抗状态，这样外部设备可以控制这些信号。㉔为 WAIT，是等待信号。它通知 CPU，所寻址的存贮器或 I/O 设备，还没有准备好进行数据传送。只要这个信号为低，CPU 就继续处于等待状态，它使任何速度的存贮器或外围器件与

Z80 同步。㉕为总线请求信号,用来请求 CPU 地址总线、数据总线和一些三状态控制信号转向高阻状态,以便其它设备来控制这些总线。当它为低电平时,CPU 在现行的机器周期刚一结束便置这些总线为高阻抗状态。㉖为复位信号,强迫程序计数器为零,并预置 CPU。管脚㉗为机器周期输出信号$\overline{M1}$。当它为低电平时,表示现行机器周期是一条指令操作码的取周期。㉘为刷新,低电平有效,当它为低电平时,表示地址总线的低 7 位含有一动态存贮器刷新地址。㉙接地。

②音乐合成及功放电路

音乐合成及功放电路如图 3.3.11 所示。音乐的节奏和音乐声分别从 HTC-3567 (μM3567)⑲和⑱送往两单元线性运算放大器 HA17358 ③,通过它的电压放大由电解电容器耦合到音量电位器 R_P 上,再经过 5.8W 单声道音频功率放大器 μPC1242H 的功放,由管脚⑥送出。YM2149F 为电子音乐发生器,产生音响效果,也加到电位器 R_P 上,和音乐的节奏、音乐声一起进行功放。

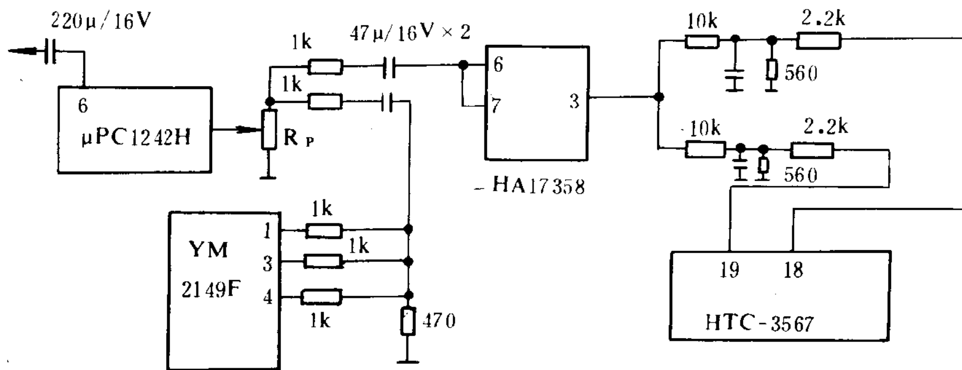


图 3.3.11　音乐合成及功放电路

③NTSC/PAL 编码电路

NTSC/PAL 编码电路采用 CXA1145P 芯片,它是一个硅单晶片双极型集成电路,主要特点是:工作电压低,Vcc = 5V;耗电省,典型值为 110mW;可以兼容于 NTSC 制及 PAL 制;内有 R、G、B 输出、复合视频输出及复合同步输出的 75Ω 驱动电路;内设副载波晶体振荡器;也允许内、外部输入副载波;内有音频缓冲电路。芯片引脚排列及方框图见图 3.3.12,当它用于 PAL 制时,可以在引脚⑤和⑥之间加接 4.43MHz 的石英晶体,同时分别串入 15kΩ 的电阻、50P 的小电容。在音频信号处理中,可利用 μPC 1242H 芯片的引脚⑥送出的模拟音频信号,经 CXA1145P 芯片的引脚⑧送入,经缓冲后从⑨脚输出,分别送往调制电路和立体声放音电路 AN7108。图 3.3.13 所示为芯片 CXA1145P 应用于 PAL 制式时的电路图。CXA1145P 内部的音频缓冲器的具体参数如表 3.3.5 所示。μPC1242H 芯片为音频功率放大电路,它的内部方框图及引脚排列见图 3.3.14,具体参数如表 3.3.6 所示。管脚功能如下:①电源 + 5V;②自举;③输出;④地;⑤负反馈;⑥地;⑦滤波;⑧输入。μPC1241H 的引脚功能按 μPC1242H 的引脚序号相反的功能排列,所以不能直接代换。

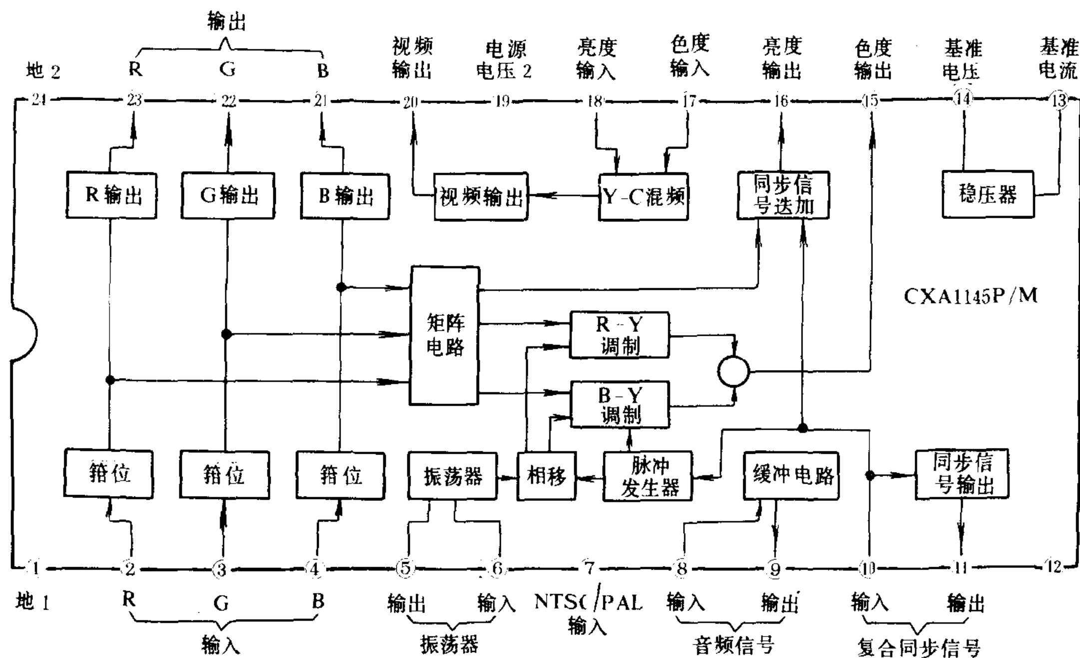


图 3.3.12 CXA1145P 引脚排列及方框图

表 3.3.5

(V_i f = 1kHz)

参数	符号与单位	测试脚	最小值	典型值	最大值	备注
电压增益	G_{AF}(dB)	⑨	-1.0	0	1.0	$V_i = 1.0V_{p-p}$
频带	BW_{AF}(kHz)	⑨	30	-	-	
谐波失真	THD(%)	⑨	-	-	1.0	$V_i = 1.0V_{p-p}$

表 3.3.6

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值
电源电流	I_{cc}	$V_i = 0$	25mA	45mA	80mA
电压增益	Gv	$P_o = 0.5W$	49dB	51.5dB	54dB
最大输出功率	P_o			9.5W	
输出功率	P_o	KF = 10%	5W	5.8W	
		KF = 10%, $R_L = 2\Omega$		9.2W	

④立体声放音电路

超任、世嘉五代 16 位游戏机均设有立体声放音插口，可直接通往耳机，所以机内设有立体声放音电路，由 AN7108 芯片完成这个功能。AN7108 芯片的封装形式为双 16-2，内部方框及典型应用电路如图 3.3.15 所示，和它直接代换的同类型号芯片有：D1005、CXA1005P、CXA1034P。其引脚功能如下：①前置输出Ⅰ；②反相输入；③输入Ⅰ；④地；⑤基准电压 V_{REF}；⑥输入Ⅱ；⑦反相输入Ⅱ；⑧前置输出Ⅱ；⑨V/I 变换；⑩负反馈Ⅱ；⑪输出Ⅱ；⑫电源；

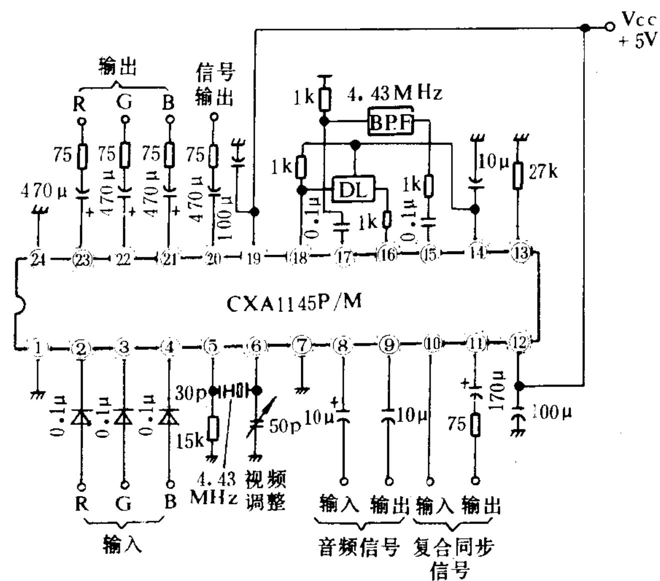


图 3.3.13　CXA1145P 应用于 PAL 制式时的电路

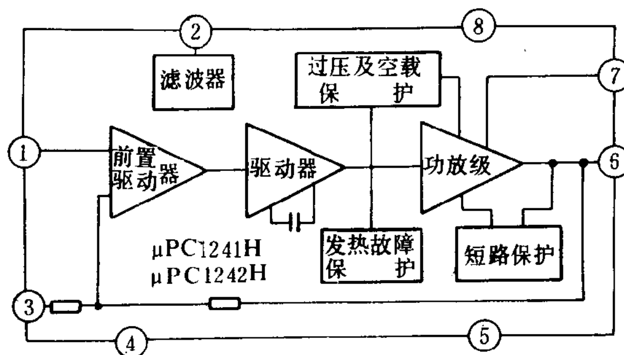


图 3.3.14　μPC1242H 内部方框图

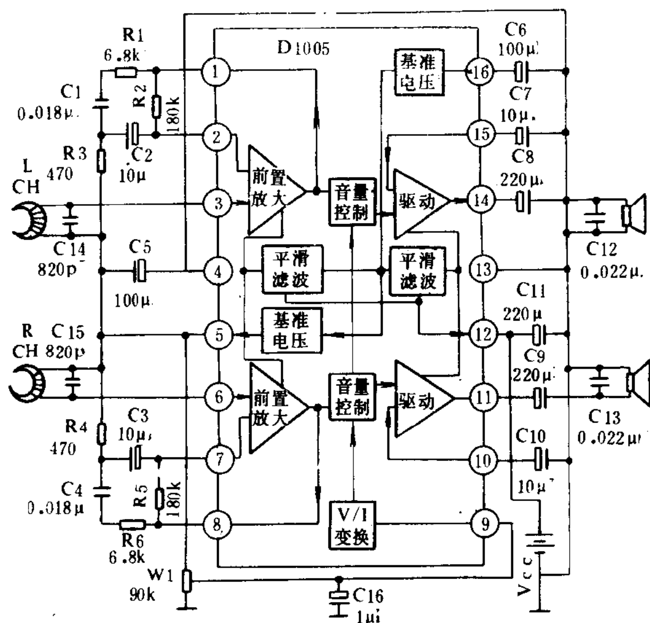


图 3.3.15　AN7108 芯片内部方框及典型应用电路图

⑬地;⑭输出Ⅰ;⑮负反馈Ⅰ;⑯参考电压 V_{REG}。它的极限参数如表 3.3.7 所示,电参数如表 3.3.8 所示。

表 3.3.7

参数	符号	参数值
电源电压	V_{cc}	10V
功耗	P_D	730mW
工作环境温度	Tamb	-20~75℃

表 3.3.8

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值
功耗电流	I_{CC}	无信号时	8mA	11mA	14mA
电压增益	G_V	V_i = -75dBm	62dB	65dB	68dB
通道平衡	$\Delta G_{VB}/\Delta G_{VA}$				1.5dB
输出功率	P_o	R = 32Ω THD = 10%		25mW	
失真度	THD	V_i = -70dBm		0.5%	1.0%
噪声输出	V_{NO}	V_i 接 R_g = 2kΩ			-46dB

(2)中央处理器 CPU2 MC68000 影象信号处理电路

①CPU2 MC 68000(中央处理器)芯片介绍

MC68000 是 Motorola 公司一系列超大规模 IC 微处理器中的一种,它是总体结构先进的 16 位微处理器。其硅片中含有 68000 个以上的有源器件,它的系统吞吐量可达每秒传送二百万条指令和数据。MC68000 具有如下特性:

32 位数据和地址寄存器;

直接寻址范围达 16M 字节;

有 61 种功能强的指令;

能处理 6 种基本数据类型;

存贮器编制 I/O 结构;

14 种寻址方式;

内部周期为 250ns,即时钟 ϕ = 4MHz;

存贮器存取时间为 500ns;

引脚 64 个;

电源为 +5V

MC68000 以其先进的系统结构、多寄存器和堆栈,广泛的寻址范围及面向高级语言的指令,来支持各种高级语言;以其存贮器管理程序,多级矢量中断和子程序陷阱结构以及专门指令支持 8 位微处理器 MPU 软件操作系统。

MC68000 内部结构及芯片引出脚如图 3.3.16 所示,各引出脚功能如下:

A1~A23:23 位地址总线,与 $\overline{UDS}$(高位数据选通)和 $\overline{LDS}$(低位数据选通)配用,能寻址 16777216 字节。

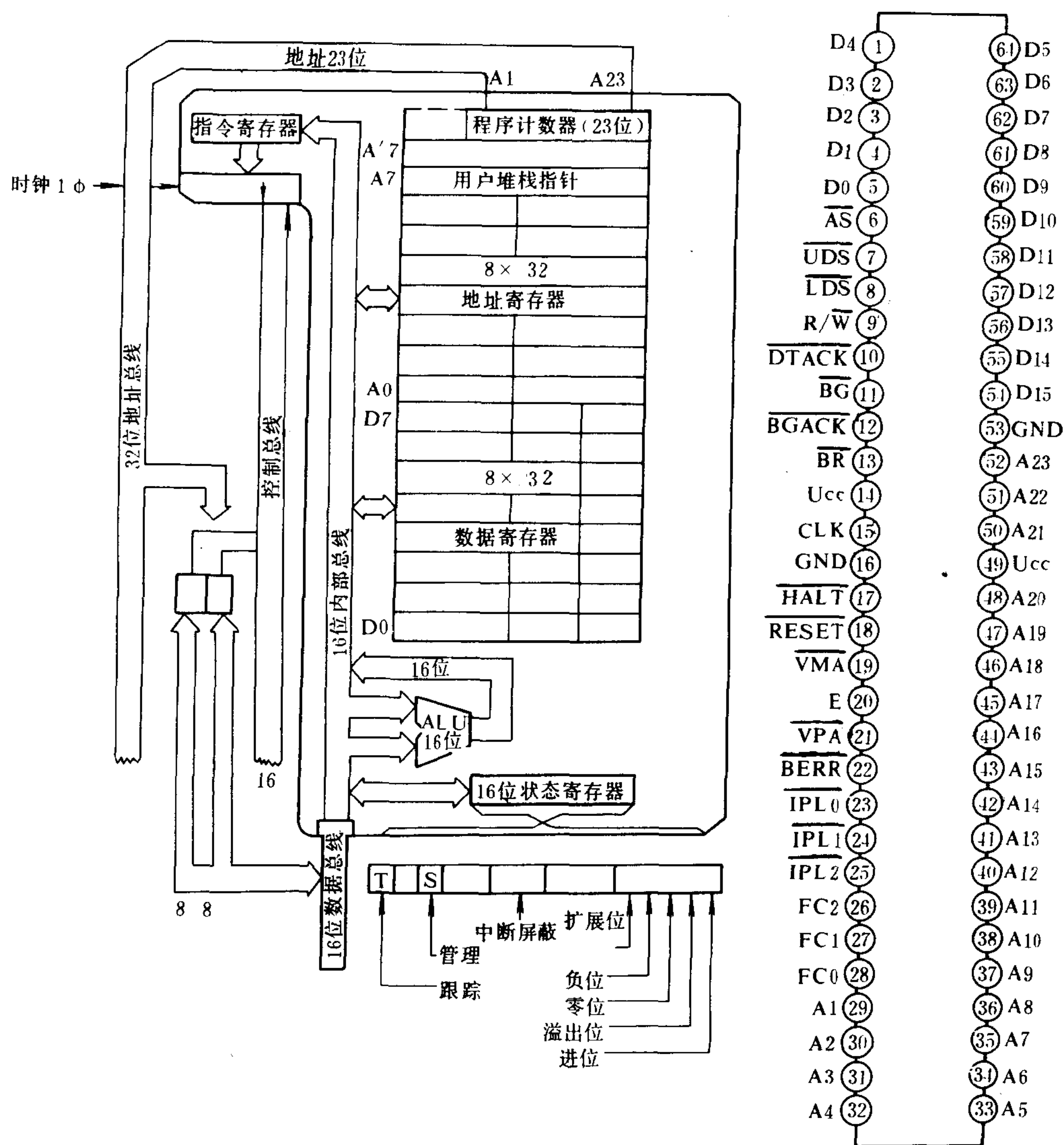


图 3.3.16 CPU2 MC68000 内部结构及芯片引出脚

D0～D15:16 位数据总线,传送 8 或 16 位信息。

$\overline{AS}$:地址选通,指示有效地址。

R/$\overline{W}$:读/写,规定总线操作是读或写,控制总线缓冲器。

$\overline{UDS}$、$\overline{LDS}$:按 R/$\overline{W}$ 和$\overline{AS}$确定要处理的字节。

$\overline{DTACK}$:响应数据传送,允许总线周期同速度慢的器件或存贮器同步。

$\overline{BR}$:总线请求,申请使用总线的设备向处理器请求的输入信号。

$\overline{BG}$:总线允许,处理器允许总线仲裁,是一输出信号。

$\overline{BGACK}$:总线允许响应,BG 的肯定信号,表明仲裁过程的选择有效。

$\left.\begin{matrix}\overline{IPL_0}\\\overline{IPL_1}\\\overline{IPL_2}\end{matrix}\right\}$中断优先级，向处理器提供中断的优先级。

$\overline{FC0}$、$\overline{FC1}$：功能码，向外部设备提供现行总线工作周期的信息。

$\overline{FC2}$：功能码输出 2。

CLK：时钟，处理器的主 TTL 输入时钟信号。

$\overline{RES}$：复位，向处理器和外围设备提供复位(清除)信号。

$\overline{HALT}$：暂停，停止处理器，允许单步。

$\overline{BERR}$：总线出错，如收到无效回答或无回答，使总线工作周期停止，处理器进入一陷阱矢量单元。

E：允许信号，使 MC68000 系统时钟工作。

$\overline{VPA}$：有效外围地址，确定寻址区是 6800 的兼容区。

VMA：有效存贮地址，6800 系列的设备表明，总线上的地址是有效地址。

V_{cc}：电源 +5V

GND：地。

②MC68000(CPU2)指令系统

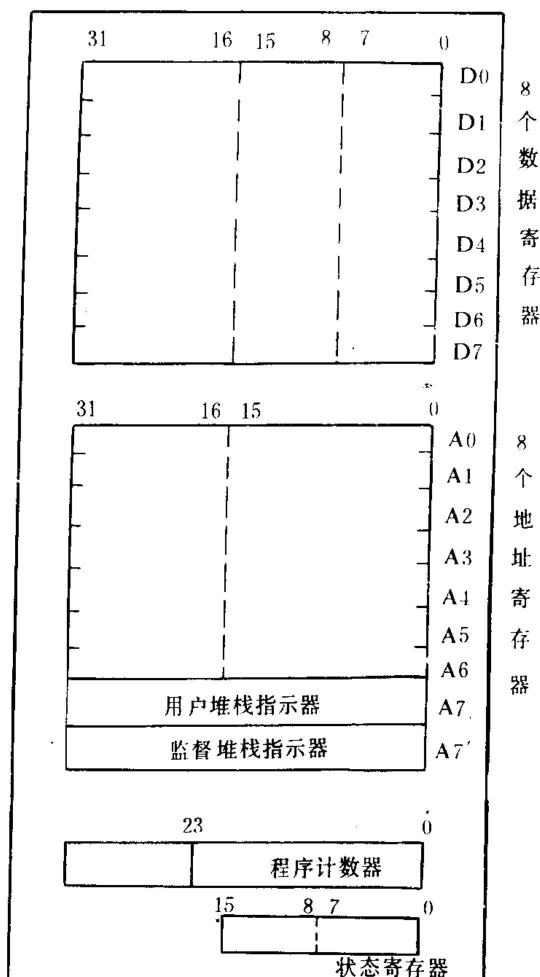


图 3.3.17 MC68000 程序设计模型

MC68000 的程序设计模型如图 3.3.17 所示。它有 16 个 32 位寄存器，一个 24 位程序计数器和一个 16 位状态寄存器。图 3.3.17 中上面 8 个 32 位寄存器(D0～D7)用作数据寄存器，进行字节(8 位)、字(16 位)和双字长(32 位)操作。下面 8 个 32 位寄存器(A0～A7)用作栈指示器和基本地址寄存器，也可用作单字长数据和双字长数据操作。所有 16 个寄存器都可当作变址寄存器来使用。

24 位程序计数器提供 16 兆字节的存贮器寻址范围。

MC68000 状态寄存器如图 3.3.18 所示，为 16 位寄存器，其中有中断屏蔽位(I0、I1、I2 三级)，溢出位(V)、零值(Z)、负数(N)、进位(C)、扩展位(X)。还有表明处理器跟踪方式(T)或监督方式(S)的状态位。在状态寄存器中还有 6 位未使用的位，供 MC68000 系列扩展之用。

MC68000 CPU 可以对 6 种基本数据类型进行操作，这些数据类型包括二进制位、字节(8 位)，BCD(二——十进制码)。ASCII 字符，字(16 位)及双字长(32 位)。此外，在指令系统中，还包括对其它数据类型，如存贮器地址和状态字数据等进位操作。

MC68000 CPU 的寻址方式有 14 种，较为灵活，如表 3.3.9 所示。

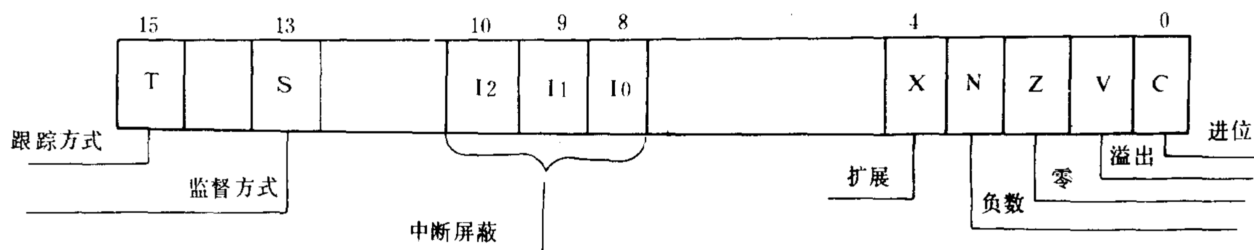


图 3.3.18　MC68000 状态寄存器

表 3.3.9

符号	说明
EA	有效地址
AX	地址寄存器
DX	数据寄存器
RX	用作变址寄存器的地址或数据寄存器
SR	状态寄存器
PC	程序计数器
D8	8 位偏置
D16	16 位偏置
N	1 表示 1 字节、2 字节即 1 字长、4 字节即双字长
()	内容
←	取代

五种基本寻址方式如下：

寄存器直接寻址：

数据寄存器直接	EA = DX
地址寄存器直接	EA = AX
状态寄存器直接	EA = SR

绝对数据寻址：

绝对短	EA = (下一个字)
绝对长	EA = (下两个字)

程序计数器相对寻址：

相对、带偏置	EA = (PC) + D16
相对、带变址、带偏置	EA = (PC) + (RX) + D8

寄存器间接寻址：

寄存器间接	EA = (AX)
事后增量寄存器间接	EA = (AX), AX←AX + N
事前减量寄存器间接	AX←AX − N, EA = (AX)

带偏置的寄存器间接	EA = (AX) + D16
带偏置的变址寄存器间接	EA = (AX) + (RX) + D8

立即数据寻址：

立即	DATA = 下一个(下 n 个)字
快速立即	内存(INHERENT)数据

MC68000CPU 共有 61 条基本指令，指令系统颇为丰富齐全。除少数指令外，几乎每条指令均可进行字节、字和双字长操作，多数指令可用 14 种寻址方式。如将指令型式、数据类型和寻址方式结合起来，有多达 1000 种以上的有用指令。

表 3.3.10 为 61 条基本指令表(摘要)，典型的指令格式见图 3.3.19。

表 3.3.10

助记符	说　明	助记符	说　明
ABCD	带扩展十进制加法	MULS	带符号乘法
ADD	加法	MULU	无符号乘法
ADDX	带扩展加法	NBCD	带扩展的负十进位
AND	逻辑"与"	NEG	取补
ASL	算术左移	NEGX	带扩展的求补(二进制补码)
ASR	算术右移	NOP	空操作
BCC	条件转移	NOT	取反
BCHG	位测试并改变	OR	逻辑"或"
BCLR	位测试并清零	PACK	把 ASCII 码组成 BCD 码
BRA	无条件转移	PEA	推入有效地址
BSET	位测试并置位	RESET	外部设备复位
BSR	转子程序	ROTL	循环左移，不带扩展
BTST	位测试	ROTR	循环右移，不带扩展
CHK	对界检查寄存器	ROTXL	循环左移，带扩展
CLR	操作数清零	TOTXR	循环右移，带扩展
CMP	算术比较	RTR	返回并恢复
DCNT	减量及非零转移	TRS	从子程序返回
DIVS	带符号除法	SBCD	带扩展的十进制减法
DIVU	无符号除法	SCC	有条件置位
EOR	异或运算	STM	存贮多寄存器
EXG	交换寄存器	STOP	停止
EXT	符号扩展	SUB	减法
JMP	跳转	SUBX	带扩展减法
JSR	转至子程序	SWAP	将 32 位数据寄存器对半，即两个 16 位进行交换
LDM	送入多寄存器	TAS	测试并置操作数
LDQ	快速送入寄存器	TRAP	设陷阱
LEA	送入有效地址	TRAPV	溢出时入陷阱

续表

助记符	说　明	助记符	说　明
LINK	堆栈连接	TST	测试
LSL	逻辑左移	UNLK	堆栈解除连接
LSR	逻辑右移	UNPK	BCD 拆成 ASCII 码
MOVE	传送		

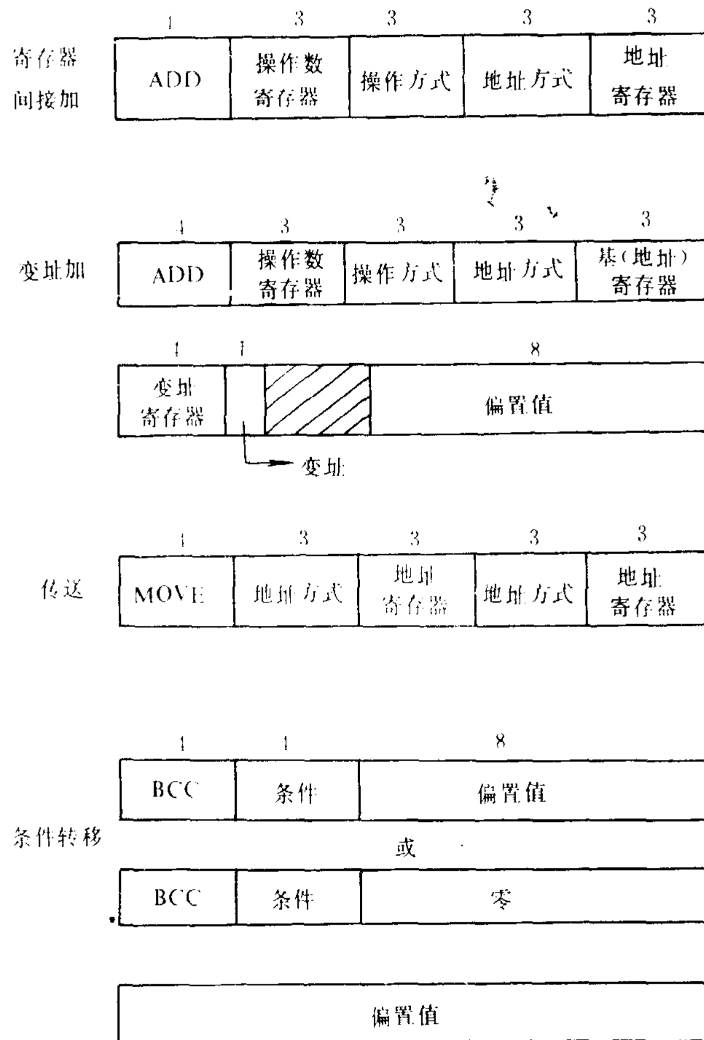


图 3.3.19　MC68000 典型指令格式

MC68000CPU 的指令，具有以下特点：

MC68000 支持几种数据类型并对每种类型数据提供一套完整的操作。一般来说寻址方式与数据类型无关。操作数大小的指定也与操作无关。操作数可来源于寄存器或可寻址的存贮单元，操作结果可存入寄存器或指定的存贮单元。它可以指定存贮器至寄存器，寄存器至寄存器，寄存器至存贮器，立即数至寄存器，或立即数至存贮器等很多操作，而两地址传送

指令(MOVE)则更为灵活,它可以指定存贮器至存贮器传送操作以及上面所说的各种操作。

MC68000 允许的几种数据类型操作有以下几种:

整数:有加、减、乘、除、取补、算术移位等操作。整数可以是 1、2 或 4 字节,移位可左或右移,可进行多位的移位。移位计数可在指令中指定或预先在一数据寄存器中计算,溢出时可指示。

多精度整数:有带扩展加法,带扩展减法,带扩展取补,无符号乘法和除法。操作数可以是 1、2 或 4 字节(但乘、除操作数仅 2 字节)。

逻辑数据:有"与"、"或"、"异或"、取反、比较、移位和循环移位(允许多位移位及多循环移位,左移或右移,带扩展或不带扩展位)等操作,逻辑数据可以是 1、2 或 4 字节。

布尔数据:有"与"、"或"、"异或"、取反、蕴含及根据状态码置位等操作。布尔数据是一字节。

位:有置位、清除、交换和测试操作,位可单独寻址。

十进数:有十进制的加、减、取补、比较等操作。十进制(BCD)的指令每次可对存贮器中(存贮器——存贮器)两位十进制有效位操作。若与循环指令组合起来,十进制数的指令可以执行可变长度的存贮器——存贮器十进制数的操作。

字符:对于字符,有传送、比较操作指令。

地址:包括加 1、2 或 4,减 1、2 或 4,加整数,减整数,比较和取有效地址等。

MC68000 能提供新的软件能力及先进的程序设计技术,例如模块编程技术;它大大简化了以汇编语言或高级语言编程的工作。当进行寄存器和存贮器内整数数据进行的运算时,它同数据本身无关;它不需要专门的对字节、字、双字长整数进行运算的特殊指令,编程人员只需记住每一种操作的助记符(仅 61 种),然后规定数据大小,源寻址方式和目标寻址方式即可。它的许多指令中有两个操作数,这将显著地提高其灵活性与功能,在多数对整数数据的运算中,所有数据寄存器和存贮单元,可以为源也可以为目的。

MC68000 增加了一些改善速度和性能的指令,大大减少了完成给定任务所需的指令数目。单字加、减指令,用快速立即寻址,可对数据寄存器和存贮器进行快速的运算操作。快速立即送数指令 LDQ,可用单字操作,向任何寄存器送一个小(8 位)的有符号的字。为提高循环操作的速度,设立了"减 1 及非零转移"单字指令 DCNT,TRAP、STM、LDM、LINK、UNLK、CHK 等指令则可大大减少子程序的调用和栈操作所需的代码。

MOVE 传送数据指令,传送字节、字和双字长,改进了数据移动和传送效率,可实现寄存器至寄存器,寄存器至存贮器,存贮器至寄存器和存贮器至存贮器之间的传送。

MC68000 有硬件陷阱结构,可发现下述错误:一个异常地址去存取字;非法指令;不能执行的指令;非法寻址方式;非法存贮器存取(总线出错);除法时溢出(被零除);条件码溢出。此外,16 个软件陷阱矢量可提供面向应用的能发现或修正错误的子程序;CHK 指令能检查:0≤(寄存器)<极限值,当寄存器内容是负值或大于此极限值,则转入陷阱。MC68000 还可以将待调试程序一条一条跟踪,使指令一条一条地通过。在每条指令执行后,可设一个陷阱,使转到一个跟踪子程序。当处理器处在监督管理方式或用户方式时,跟踪方式对编制程序是有用的。MC68000 可进行广泛寻址范围的存贮管理,能有效地管理存贮器,还能区分用户和监督方式。监督方式可以在处理机系统内进行某些保护操作,在用户方式下可用一个外存管理控制器来管理广泛的寻址范围。

③MC68000 处理图象信号系统电路

MC68000 中央处理器电路框图如图 3.3.20 所示。16 位游戏机中采用了微处理器 MC68000,如在时钟频率相同的条件下可以比原来的 8 位芯片处理多一倍的信息,色彩可由原来的 64 种(8 位机)增加到 512 种(世嘉五代 16 位机),使画面颜色更加丰富,立体感也更强。

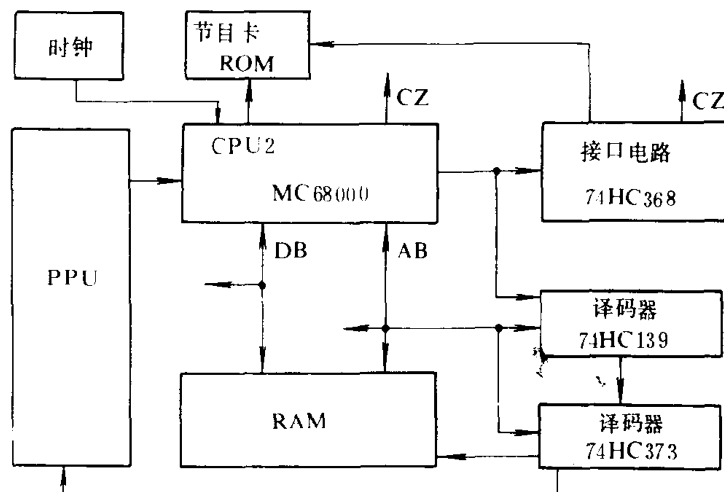


图 3.3.20 MC68000 中央处理器电路

16 位游戏机中内藏 RAM-CPU 专用 1M 辅助 D-RAM,PPU 专用贮存 25GKS-RAM×2,游戏专用有 512K 模拟专用 SRAM。图 3.3.20 的操作过程类似于图 3.3.8、图 3.3.9 的操作过程,这里就不再叙述了。

§3.4 家用电视游戏机的图象处理器集成电路(PPU)

图象处理器 PPU(Peripheral Processing Unit)是专门用于处理图象的 LSI 芯片。在早期(第一代)的家用电视游戏机电路中,图象处理部分也包括在 AY-3-8500 专用芯片中,这就是说,它们不另外设计专用的 PPU 芯片了。第二代家用电视游戏机 2600 型有专用的 PPU 芯片,型号为 C11903、8402 等。第三代以任天堂(8 位)为代表的家用电视游戏机设计了专用的 PPU 芯片,由于机型繁多,PPU 芯片的型号也较多,有 6528、6538、6528P、6538P 等。超级任天堂、世嘉五代 16 位家用电视游戏机,在内部结构上,组合方式上同第三代即老式的任天堂红白机相比,除了把单 CPU 结构改成双 CPU 结构,且是 16 位的 CPU 以外,差别不大。由于各种型号的 PPU,其功能大同小异,本章仅以 6528 为例进行分析。

一、PPU 的功能

图 3.4.1 所示电路是任天堂游戏机(8 位)中的图象处理器电路图。由 CPU 处理过的数据信号,是不能让电视机直接显示出图象的。由 CPU 送来的控制命令、图象数据到达 PPU 以后,必须经过 PPU 内部加工处理,进行 D/A 转换,变成模拟信号,电视机才能显示出图象。另一方面,由于“游戏”的需要,图象处理器电路内部还设置了具有存取功能的随机存取存贮

器 VRAM6116,当 PPU 收到来自 CPU 的信号后,将产生行、场同步信号,对 VRAM6116 进行读/写控制。此外,为了得到合成彩色的全息信号,PPU 还必须具备管理视频信号的合成,进行并行信号到串行信号的转换,能将经过转换后的色度信号去调制彩色副载波的功能。

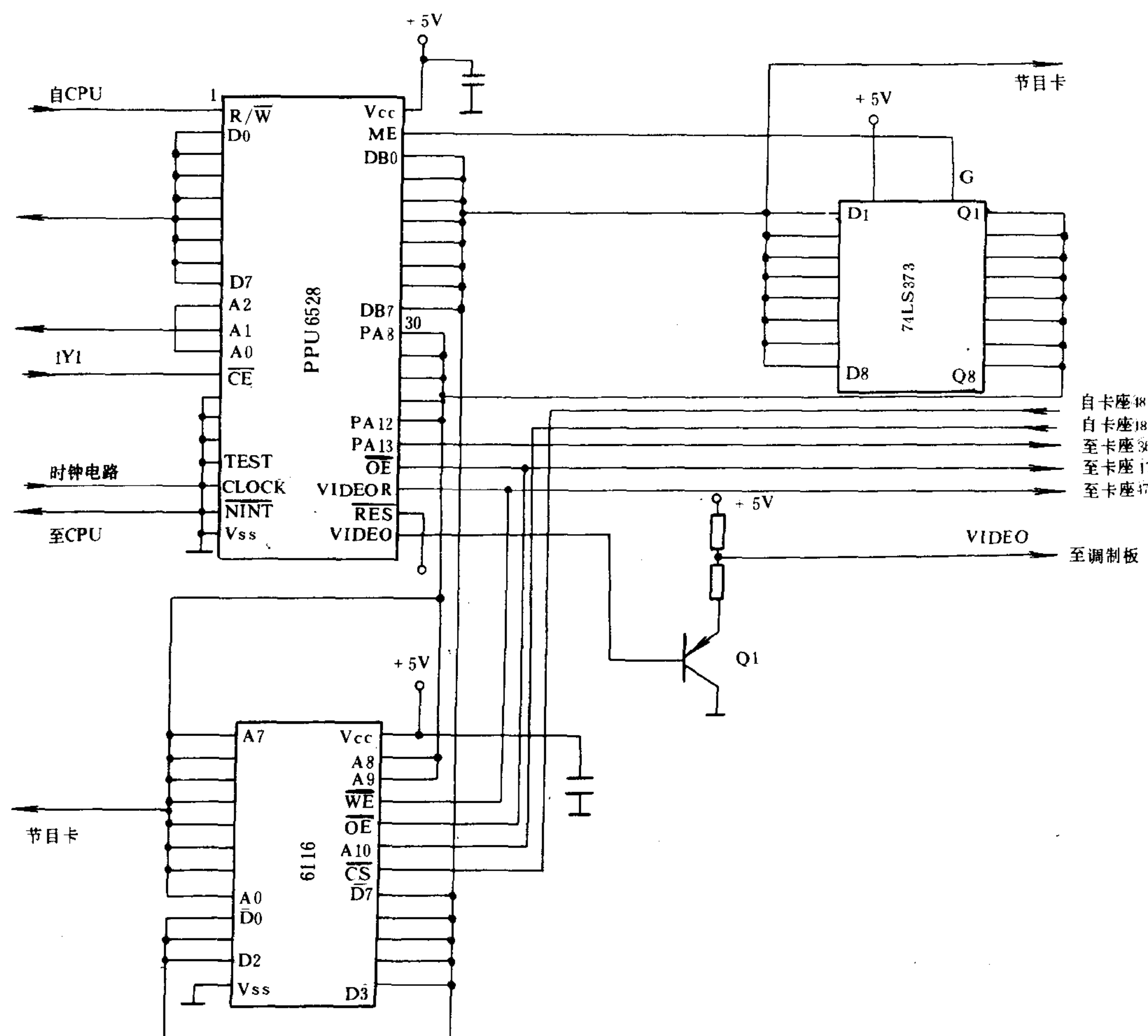


图 3.4.1 任天堂游戏机图象处理器电路

图 3.4.2 所示电路是"IQ-301 小天才"机型中的图象发生器逻辑原理图。"小天才"游戏机是台湾产品,它的图象处理系统直接产生 PAL 制电视信号,时钟频率为 21.47727MHz。图 3.4.2 中 U5 为视频处理器,U2 为 VRAM、VROM 的地址锁存器 74LS373,U4 为 VRAM6116(随机存贮器),节目卡中另一片为象素 VROM(视频只读存贮器)。PPU 将 CPU 送来的图象信息数据信号加工成地址信号用以做为 VRAM 和 VROM 的地址(DB0~DB7 输出时作为地址,输入时作为数据),$\overline{\text{PA13}}$为 VRAM 的选通信号,VROM 的选通信号为 RD。VRAM 的地址为 0000~1FFF,VROM 的地址为 2000~3FFF,有效地址各为 64K。VRAM 的允许输出$\overline{\text{OE}}$由 PPU6528 的$\overline{\text{CE}}$控制,它决定了 VRAM 与 VROM 只能与 PPU 通讯。当 PPU 的 ME=1 时,则它的 DB0~DB7 为低 8 位地址信号;当 ME=0 时,74LS373 锁存,此时 DB0~DB7 为数据线,通过 PPU 将

象素信号加工成PAL全电视信号，经Q射极跟随器送往电视调制板。

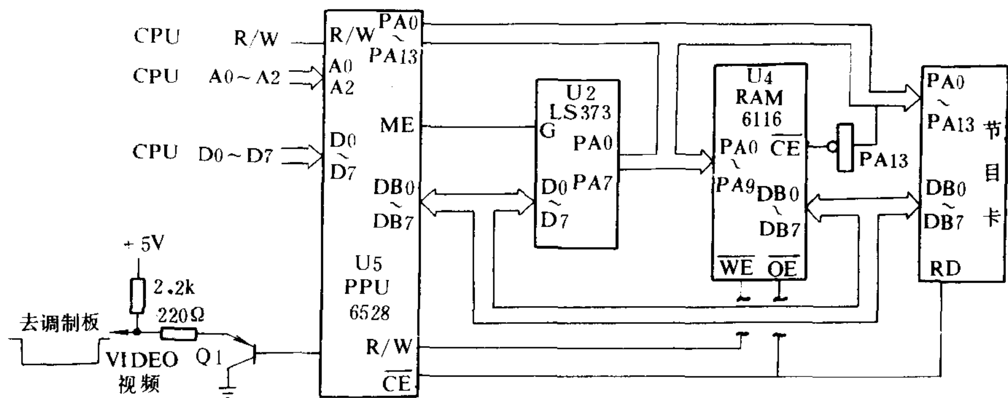


图 3.4.2 "IQ-301 小天才"图象处理器电路

二、PPU芯片6528

PPU芯片是40脚双列直插式大规模集成电路，为专用芯片。PPU6528的引脚功能如图3.4.3所示。

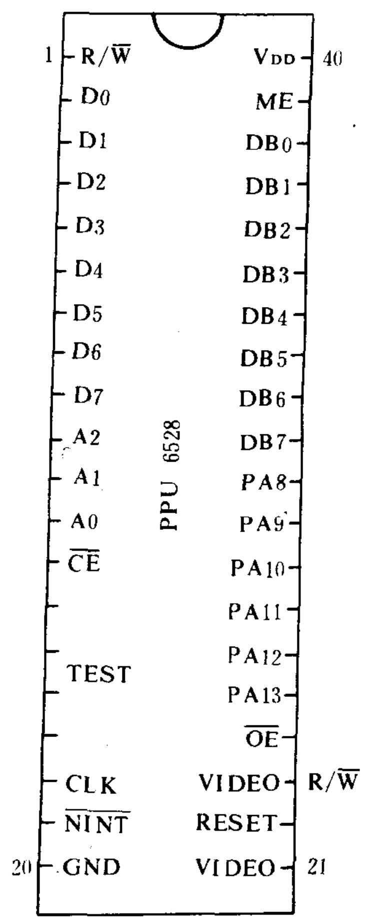


图 3.4.3 PPU6528 管脚功能图

下面，对PPU6528各个管脚的功能结合图象处理器电路进行实际分析。

管脚①R/$\overline{W}$为读写操作控制端，它与CPU的R/$\overline{W}$相接，是单向输入，信号来自CPU。当R/$\overline{W}$=1时，PPU中的数据经D0~D7 8根数据线向CPU传送数据；当R/$\overline{W}$=0时，通过数据线D0~D7，CPU向PPU传送图象数据。管脚②~⑨为8位双向数据输入/输出端口，挂在主机的数据总线上。当PPU（片选为管脚⑬）未被选中时，D0~D7 8根数据线脱开主机，呈高阻状态。当PPU被选中时，且管脚①的R/$\overline{W}$=0，在CPU的控制下，CPU将中央处理器电路内部的RAM中存放的数据送上数据总线。管脚⑩~⑫为PPU6528的三根地址线，CPU对PPU的寻址由这三根地址线A0~A2进行，将数据总线上的数据经D0~D7送入PPU内部由A0~A2形成的地址单元中，再由PA8~PA13及DB0~DB7输出作为VRAM6116（视频随机存贮器）和VROM（在节目卡中，为视频只读存贮器）的地址信号，并与VRAM6116和VROM交换信息。管脚⑬为$\overline{CE}$，是PPU6528芯片的片选信号输入端口，单向输入，与中央处理器电路中所用的2/4译码器74LS139的1Y1端口连接，当1Y1=0时，PPU芯片被选中，则PPU可以进行R/$\overline{W}$操作。管脚⑭~⑰TEST为厂家测试脚，用户使用PPU6528时令其接地。管脚⑱CLK为时钟信号输入端，单向输入。管脚⑲$\overline{NINT}$为非屏蔽中

断请求输出端，与 CPU 的$\overline{NMI}$(或$\overline{INT}$)相接，作为 PPU 与 CPU 联系的控制线。管脚⑳GND 为接地端。

管脚㉑VIDEO 为视频信号输出端口，单向输出。PPU6528 从游戏卡 VROM 读出 8 位并行数据，从管脚㉛～㊳进入 PPU，经 PPU 内部变换和并/串转换后，由端口㉑输出 PAL-D 制式电视视频信号，并经图 3.4.1 中的 Q1 放大后送往调制板。管脚㉒RESET 为复位端，低电平有效，实际使用时，不需要复位，与 V_{DD}相接。管脚㉓VIDEO R/$\overline{W}$ 为视频信号读/写控制信号输出端，单向输出，它和 VRAM 6116 的$\overline{WE}$端、节目卡插座第㊼脚的 R/$\overline{W}$ 相连，作为它们的控制信号。管脚㉔$\overline{OE}$为允许视频信号输出控制端，亦为单向输出，和 VRAM6116 的$\overline{OE}$端、节目卡插座的⑰脚$\overline{OE}$相连，它们与管脚㉓VIDEO R/$\overline{W}$ 控制信号一起共同控制 VRAM 6116 的读/写以及游戏节目卡中 VROM 的数据读出。管脚㉕～㉚PA13～PA8 为 PPU 的地址线，它们与 PPU6528 的管脚㉛～㊳DB7～DB0 组成 PPU 的 14 根地址线，其中 PA13 信号经三态输出门反相，送往 VRAM6116 和节目卡 VROM 的片选端$\overline{CE}$，作为它们的选通信号，当$\overline{CE}=0$ 时，PPU6528 可与被选中的 VRAM6116 或 VROM 中已被寻址的存贮单元进行信息交换。所以，由于 $2^{13}=8192$，PA14～PA18 的寻址能力为 8KB，当 PA14～PA18 地址线输出地址编码信号时，将对 VRAM6116 和节目卡 VROM 进行寻址。管脚㉛～㊳DB7～DB0 既是地址线，又是数据线，它们既可作为 PPU6528 的地址输出线(单向)，又兼作与 VRAM6116 和 VROM 之间的数据传输线，进行双向输入/输出。地址锁存器 74LS373 的使能端 G 受到 PPU6528 的管脚㊴ME 的控制，当 ME = 1 时，DB0～DB7 作为 PPU 的地址输出线使用，DB0～DB7 输出信号加到 74LS373 的 D1～D8(图 3.4.2 中的 D0～D7)的输入端上，由输出端 Q1～Q8 输出；当 ME = 0 时，74LS373 的 Q1～Q8 将原来由 DB0～DB7 输出的地址信号锁存，此时 DB0～DB7 可作为数据传输线使用，所以管脚㊴ME 为 PPU 的地址锁存信号输出端，控制 74LS373 的使能端。管脚㊵V_{DD}为 PPU 的电源端，输入 +5V 电源。

三、74LS373 芯片以及电路连接细表

图象处理器电路中使用的 74LS373 芯片是一块八 D 锁存器电路，图 3.4.4 是它的结构图，管脚①$\overline{OE}$端为输出允许控制端，低电平有输出，高电平禁止输出。由于游戏机中此管脚直接接地，故它始终处于有效状态。管脚⑪G 端为锁存控制，低电平时为锁存，高电平时为直通。1D～8D 为数据输入端，1Q～8Q 为锁存输出端。表 3.4.1 是 74LS373 的真值表。

表 3.4.1

输出控制 OE	G	D	输出 Q
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	B

注：X 为不定状态；B 为锁存状态

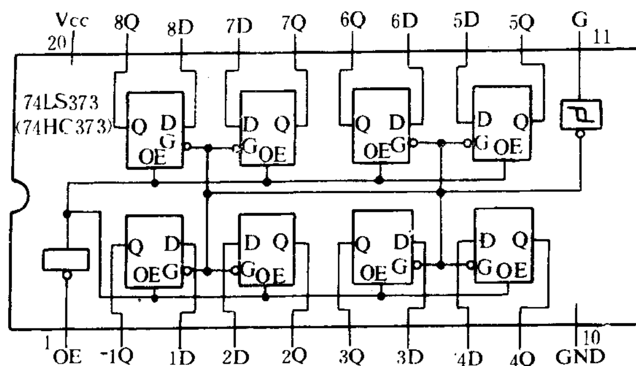


图 3.4.4 74LS373 内部结构图

PPU6528、VRAM6116、74LS373 和节目卡插座之间的连接情况，如表 3.4.2 所示：

表 3.4.2

RAM6116	节目卡插座	PPU6528	74LS373	RAM6116	节目卡插座	PPU6528	74LS373
1	50		6	13	29	35	4
2	19		9	14	60	34	3
3	20		19	15	59	33	18
4	21		2	16	58	32	8
5	22		5	17	57	31	7
6	23		16	18	48		11 至 PPU
7	24		15	19	18		的 39
8	25		12	20	17	24	
9	26	38	13	21	47	23	
10	27	37	14	22	52	29	
11	28	36	17	23	51	30	
12 地			1.10 地	$24V_{CC}$			$20V_{CC}$

PPU6528 芯片在正常工作时各管脚电压正常值如表 3.4.3 所示：

表 3.4.3

管脚	电压值(V)	管脚	电压值(V)	管脚	电压值(V)	管脚	电压值(V)
1	4.8	11	4.78	21	0.38	31	0.67
2	4.96	12	4.76	22	4.95	32	0.68
3	0.02	13	4.96	23	4.56	33	0.58
4	0.02	14	0	24	1.99	34	0.49
5	0.05	15	0	25	1.34	35	0.67
6	0.06	16	0	26	0.04	36	0.66
7	0.03	17	0	27	1.11	37	1.46
8	4.96	18	0.98	28	0.44	38	0.68
9	4.96	19	4.95	29	1.29	39	0.74
10	4.76	20	0	30	1.31	40	4.04

四、16 位家用电视游戏机中 PPU 电路

16 位家用电视游戏机中图象处理器电路如图 3.4.5 所示，此图用于 PAL 电视制式。图中，芯片 CXA1145P 在图 3.3.12、图 3.3.13 中已有介绍，该芯片的引脚⑳有两个功能，其一是直接取出，作为视频信号的端口，可接其它显示器；其二送往射频盒，和⑨端送来的音频信号一起进行调制，成为全电视信号 RF，送往彩电。该芯片的引脚㉑～㉓，可直接取出三色信号 R、G、B，供大型机型。

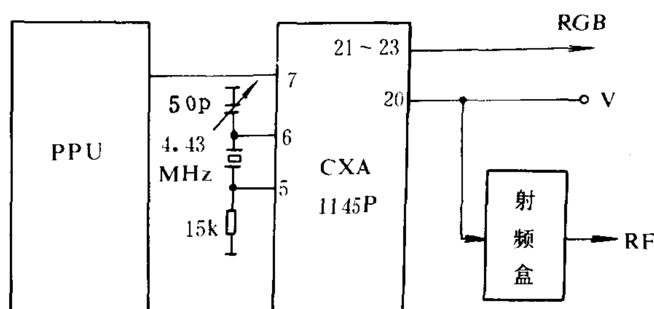


图 3.4.5　16 位家用电视游戏机 PPU 电路

§3.5　家用电视游戏机的射频调制电路

射频调制电路俗称射频头，是家用电视游戏机中必不可少的一个组成部分。8 位任天堂式游戏机和 16 位超任、世嘉五代游戏机所用的射频头是一样的。

前面几节内容都已指出，中央处理器根据游戏卡内存贮的程序进行数据处理和运算，将游戏时的音响效果以音频方式输出；图象处理器电路则根据游戏卡中有关图形的背景画面的数据，在 CPU 控制下，在不同时间内产生相应画面的视频信号并以视频方式输出，两个信号再经高频调制方可进入电视机。

一、高频调制

所谓调制，就是在传送信号的一方（发送端）将所要传送的信号（它的频率一般是较低的）"附加"在高频振荡上，再由天线发射出去。这里，高频振荡波就是携带信号的"运载工具"，称之载波。

1. 高频调制的原因

传送的信号如果频率太低（例如音频信号）或者频带很宽（如视频信号），这些都是不利于用电磁波的形式传送信号的，原因有三个：

(1)当以无线电波的形式传送信号时，传输效率是很重要的因素。由电磁波理论知道，只有天线尺寸为辐射信号波长的十分之一或更长些，信号才能有效地被辐射，所以天线要将低频信号有效地辐射出去，它的尺寸就必须很大。例如，频率为 1000Hz 的电磁波，其波长为 300000m 即 300 公里。如果采用 1/4 波长的天线，则天线的长度应为 75000m，这是很难办到的。

(2)为了使发射和接收效率高，在发射机与接收机方面都必须采用天线和谐振回路。但语言、音乐、图象等信号的频率变化范围很大，因此天线和谐振回路的参数应该在很宽范围内变化。显然，这也是难以做到的。

(3)对于音频信号来说，如用天线辐射，则各信号都占有相同的频段，互相混在一起，则接收者无法加以选择。

为了克服以上的困难，必须利用高频振荡，将低频信号"附加"在高频振荡上。这样，就

使天线的辐射效率提高，尺寸缩小；同时，接收机可以调谐选择不同频率的信号。上面所说的调制，本质上讲，是将信号“附加”在高频振荡上，利用信号来控制高频振荡的某一参数，使这个参数随信号而变化。参数有三个：振幅、频率和相位。控制不同的参数，使其相应变化，就产生不同的调制方式。

2. 高频调制的方式

调制的方式可分为三种：

(1)调幅(AM, Amplitude Modulation)

所谓调幅，就是使被调制信号的振幅随调制信号而变化。设被调制高频信号 V_C 如图 3.5.1(a)所示。再设调制信号 V_Ω 如图 3.5.1(b)所示。已调波的振幅 V 随时间作正弦变化，如图 3.5.1(c)所示。图中上下两正弦曲线叫做调制包络线，其变化范围在最大振幅 $a = V_{cm} + KV_{\Omega m}$ 与最小振幅 $b = V_{cm} - KV_{\Omega m}$ 之间。

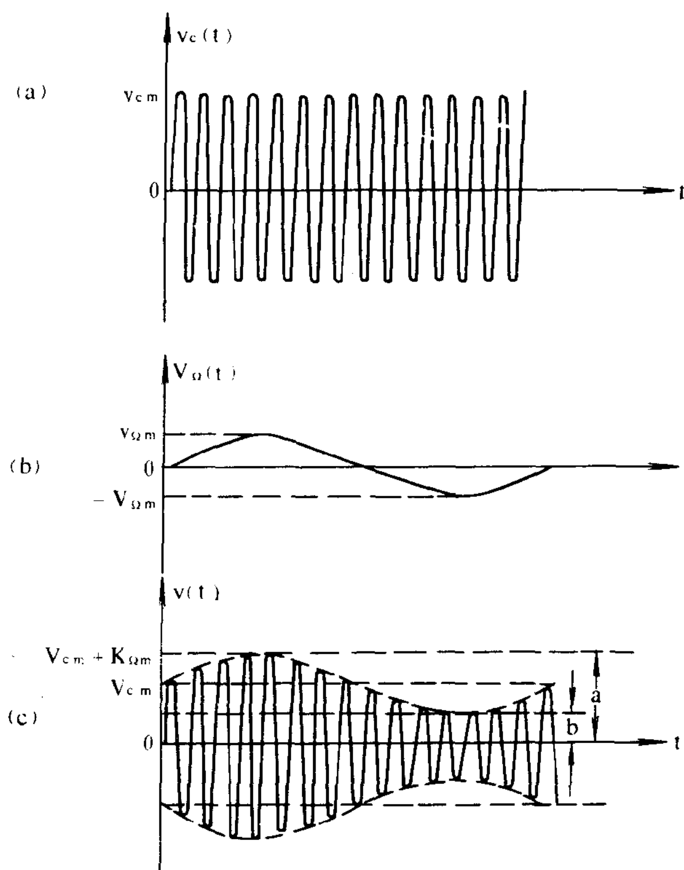


图 3.5.1 调幅波形

广播或通讯中就是将这种已调波发射出去，图 3.5.1(a)的高频波即为载波。

(2)调频(FM, Frequency Modulation)

所谓调频就是使载波的频率随调制信号即时值成正比地变化。调频时的波形图如图 3.5.2 所示。图(a)为调制信号 V_Ω 的波形，图(b)为已调波(调频信号) V 的波形。

(3)调相(PM, Phase Modulation)

所谓调相，就是使载波的相角随调制信号的即时值成正比地变化。

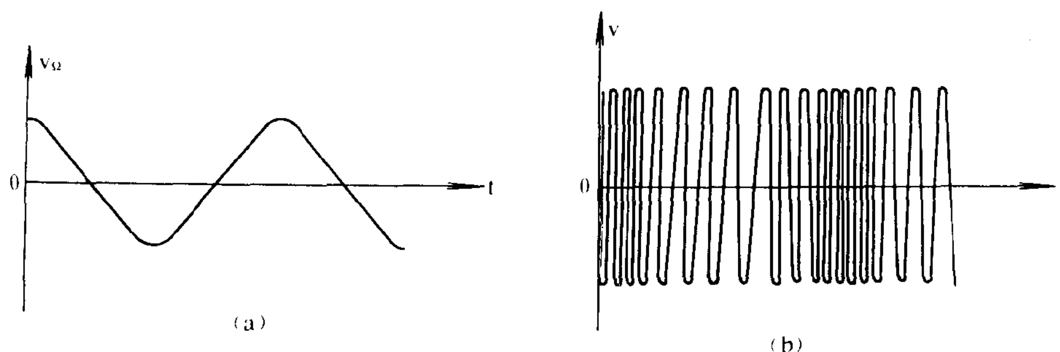


图 3.5.2 调频波形

由以上分析可知，调频和调相总是相伴而生，调频必然引起调相，同样调相也将引起调频。虽然如此，它们的变化规律不同，其频谱也不一致。

二、家用电视游戏机中的射频调制电路原理

有的机型将射频头的元件组装在主线路板上，如 DY-616 型(这种机型，主机中的所有元件组装在一整块电路板上，称之“一块板机”)；有的是使用专用的成品射频头，将射频头和稳压电路组装在主机中的副板上，如“小天才”和“智力宝”等机型(这些机型习惯上称“两块板机”)。从质量上讲，“两块板机”比“一块板机”要好。射频头将音频信号和视频信号进行混频后，再调制到高频载波频率上发射出去。

在不同型号的电子游戏机中，射频调制电路的安装方式也不同。有的是单独装在一个屏蔽盒里，如图 3.5.3(b)所示，电路的地线与屏蔽盒(金属壳)相连。引出三根线：电源线 V_{CC}(或 B)、视频信号输入线 VIDEO、音频信号输入线 AUDIO。还有一个两芯射频输出插孔，作为与电视机相接的接口(见图 3.1.5,3.1.6)。屏蔽盒的顶部上有两个小孔(有的仅一个孔)，分别用于微调射频振荡器和伴音载频振荡器中振荡线圈的磁芯(见图 3.5.3(a))。有的射频头的分立元件全部焊在调制板上，外加屏幕罩，罩上留下供微调用的小孔。

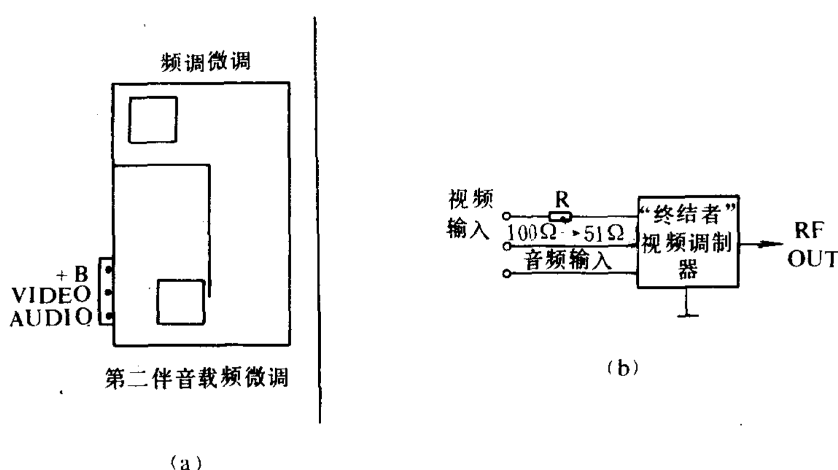


图 3.5.3 射频头

家用电视游戏机射频调制器原理方框图和电路原理图如图 3.5.4(a)、(b)所示。

图 3.5.4(a)中，6.5MHz 伴音载波振荡器由图(b)中 Q1、R5、R6、R7、C5、C6、T1 构成，这是一个电容三点式振荡器(考毕兹振荡器)，其振荡的中心频率计算表达式为：

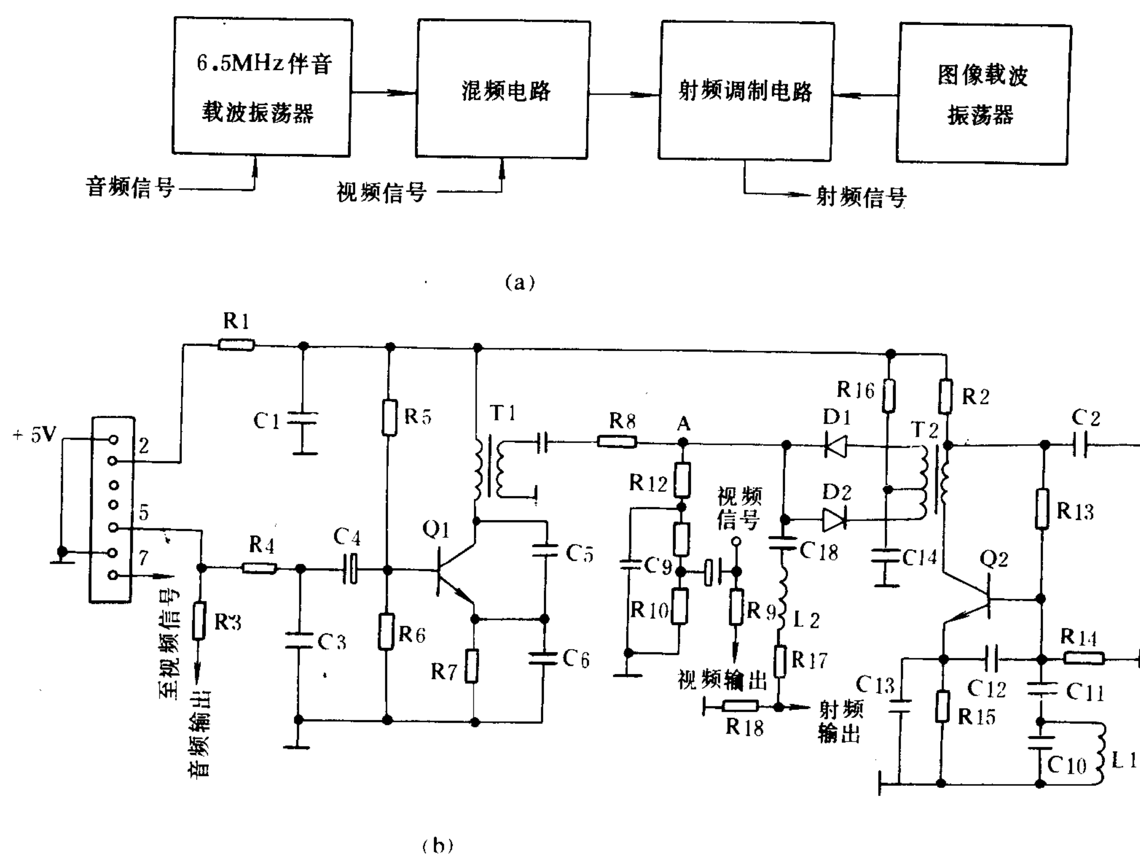


图3.5.4 射频调制器原理方框图和电路图

$$f = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\frac{C5C6}{C5 + C6}}}$$

式中L为Q1集电极的等效电感量,微调 T_1 可改变L的大小,达到 $f_0 = 6.5$MHz。从调制板接线柱第⑤脚送入的音频信号分成两路,一路经R3送至音频输出插座;另一路经R4、C4对6.5MHz载频进行频率调制,从而产生伴音调频信号。

由PPU管脚㉑送来的视频信号加到调制板接线柱第⑦脚,一路经R9输出到外壳的视频信号插孔上,另一路经C9、R11、R12构成的阻容网络送到A点,与由T1感应出的伴音调频信号混合成全电视信号。

图象载波振荡器由Q2、R13、R14、R15、C12、C11、C10、L1、T2元件构成,也为电容三点式振荡器,微调T2使之产生的图象载波信号频率恰好落于电视接收的频道上。

射频调制电路由D1、D2、T2组成。全电视信号作为它的调制信号对图象载波信号进行幅度调制(调幅),形成射频电视信号,经C18、L2、R17传送到射频输出插座。

文中所述的混频电路,即无线电技术中的变频电路,由于篇幅有限,关于这部分的工作原理,请参阅高频电子线路、无线电通讯等专业书籍。

三、射频调制电路

1. “小天才 IQ-501”游戏机射频调制电路

“小天才 IQ-501”游戏机射频调制电路如图 3.5.5 所示。

图 3.5.5 中，由 Q5、C16、C17、T1 构成电容三点式振荡器，微调 T1 磁芯，使它的振荡频率为 6.5MHz。音频信号对它进行调制，T1 的副边线圈输出被调制的 6.5MHz 伴音载波信号。由 Q6 为主的元件组成混频器，由 Q7 为主的元器件组成图象载波振荡器，由以 Q8 为主的元器件构成射频调制电路，最后经电容 C33 输出射频信号，送入电视机。该电路安装在射频盒内。

2. “小灵通”游戏机射频调制器

“小灵通”游戏机射频调制器电路如图 3.5.6 所示。图中，由以 Q2 为主的元器件构成电容三点式振荡器，微调 T2 的磁芯，使它的振荡频率为 6.5MHz。由以 Q3 为主的元、器件构成混频器，由以 Q1、L1、R、T1 等元器件为主组成图象载波振荡器，微调 L1 使其中心频率落在电视接收频道上。由混频器得到的全电视信号经 T2 付边处的电容送入射频调制电路，由图象载波振荡器得到的高频载波经 T1 的付边二极管也送入射频调制电路，射频调制电路由 L3、L4、电阻、电容组成。

3. “任天堂 S-737”型游戏机射频调制器电路

“任天堂 S-737”型家用电视游戏机射频调制器电路如图 3.5.7 所示。图中，Q3、Q4、L2 等元器件构成图象载波振荡器，其中心频率由微调 L2 得到。6.5MHz 伴音载波振荡器由 Q2、L3、C7、C8 等元器件组成，调节 L3 使振荡频率为 $f_0=6.5MHz$。伴音调频信号和视频信号经 C9、C10、R4、R6 混合后成为全电视信号，在射频振荡器完成调制，通过射频插口输出射频信号。

Q1～Q4 工作电压及代换参数表如表 3.5.1 所示：

表 3.5.1 （Q 均用 2SC1674）

晶体管	工作电压(V)			参数及代换型号
	c	b	e	
Q1	5	4.5	3.8	2SC1674 为 NPN 硅管，$V_{CBO}\geq 30V$，$I_{CM}\geq 0.02A$，
Q2	5	5	4.4	$P_{CM}\geq 0.4W$，$f_T\geq 600MHz$；
Q3	4.5	4.5	3.8	国产代换管为：3DG112D，3DG9016，3DG9018 等
Q4	4.5	4.5	3.8	

4. “任天堂 CT-180”游戏机、“仿任天堂 HVC-001”游戏机、“TM(天马)616”游戏机、“终结者 S-500TM”游戏机射频调制器电路

“任天堂 CT-180”家用电视游戏机射频调制器电路如图 3.5.8 所示，分析从略(以下同)。

“仿任天堂 HVC-001”家用电视游戏机射频调制器电路如图 3.5.9 所示。

“终结者 S-500TM”家用电视游戏机射频调制器电路如图 3.5.10 所示。

“TM(天马)616”家用电视游戏机射频调制器电路如图 3.5.11 所示。

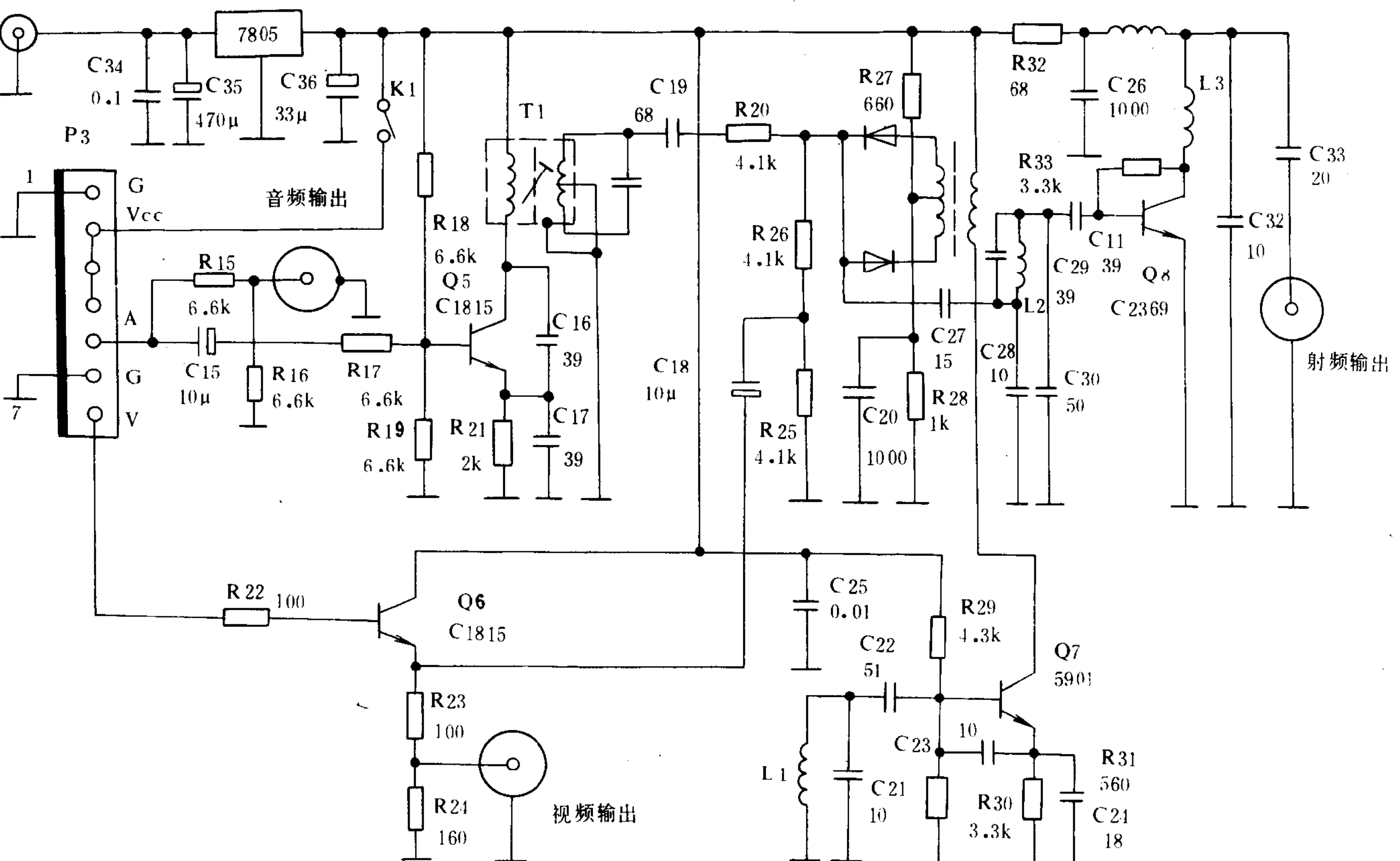


图 3.5.5 “小天才 IQ-501”游戏机射频调制电路

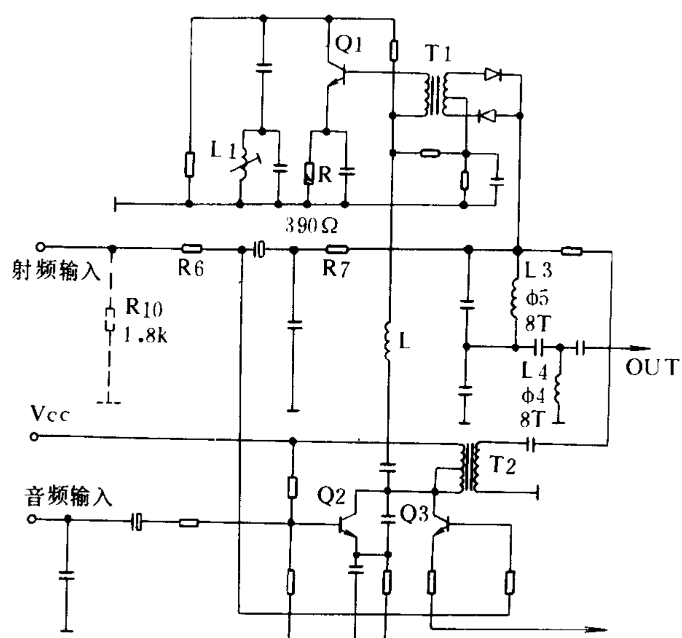


图 3.5.6 "小灵通"游戏机射频调制器电路图

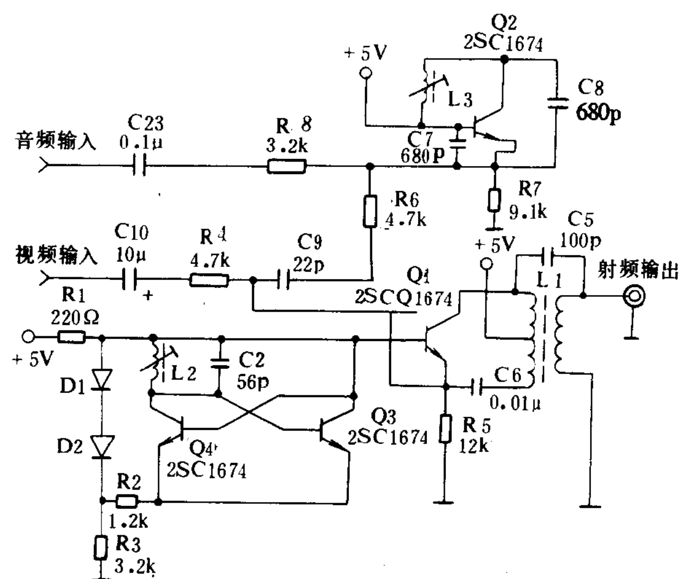


图 3.5.7 "任天堂 S-737"型游戏机射频调制器电路图

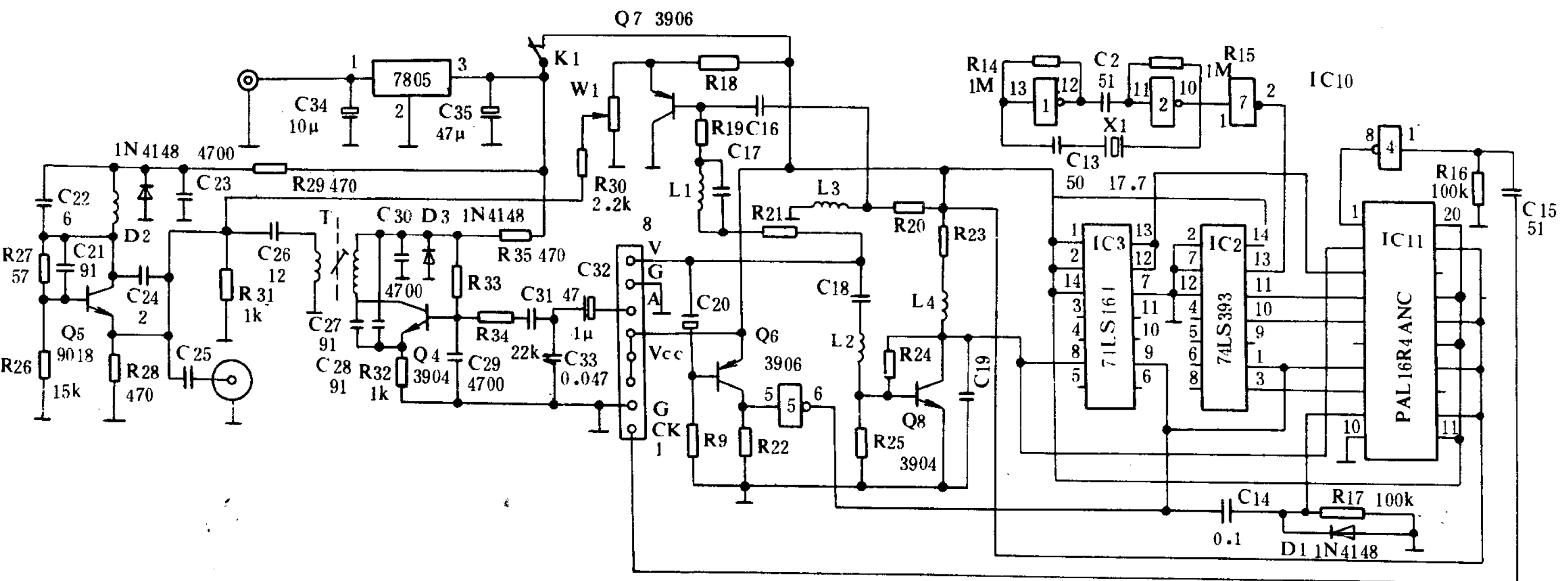


图 3.5.8 “任天堂 CT-180”游戏机射频调制器电路图

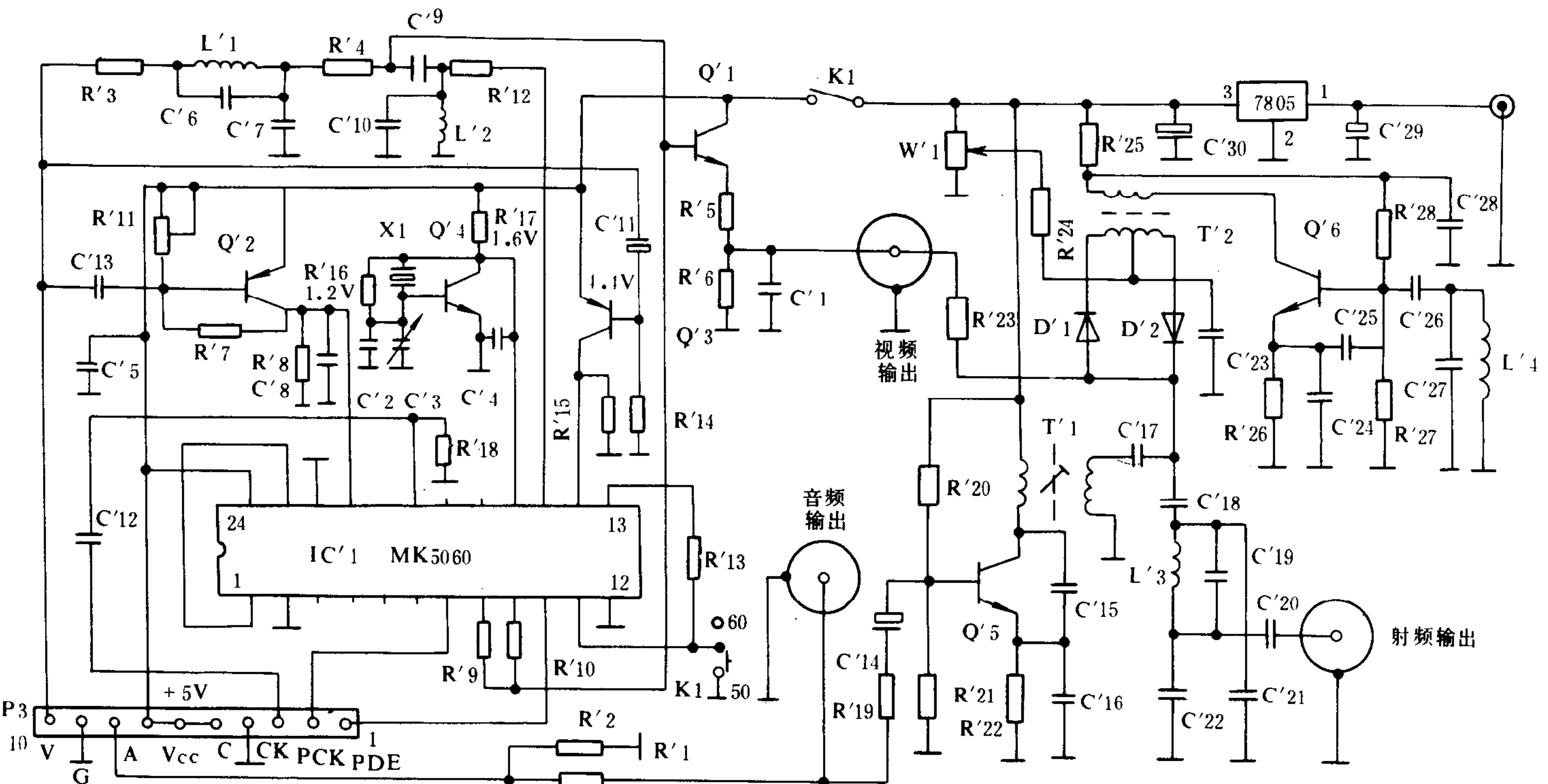


图 3.5.9 "仿任天堂 HVC-001"游戏机射频调制器电路图

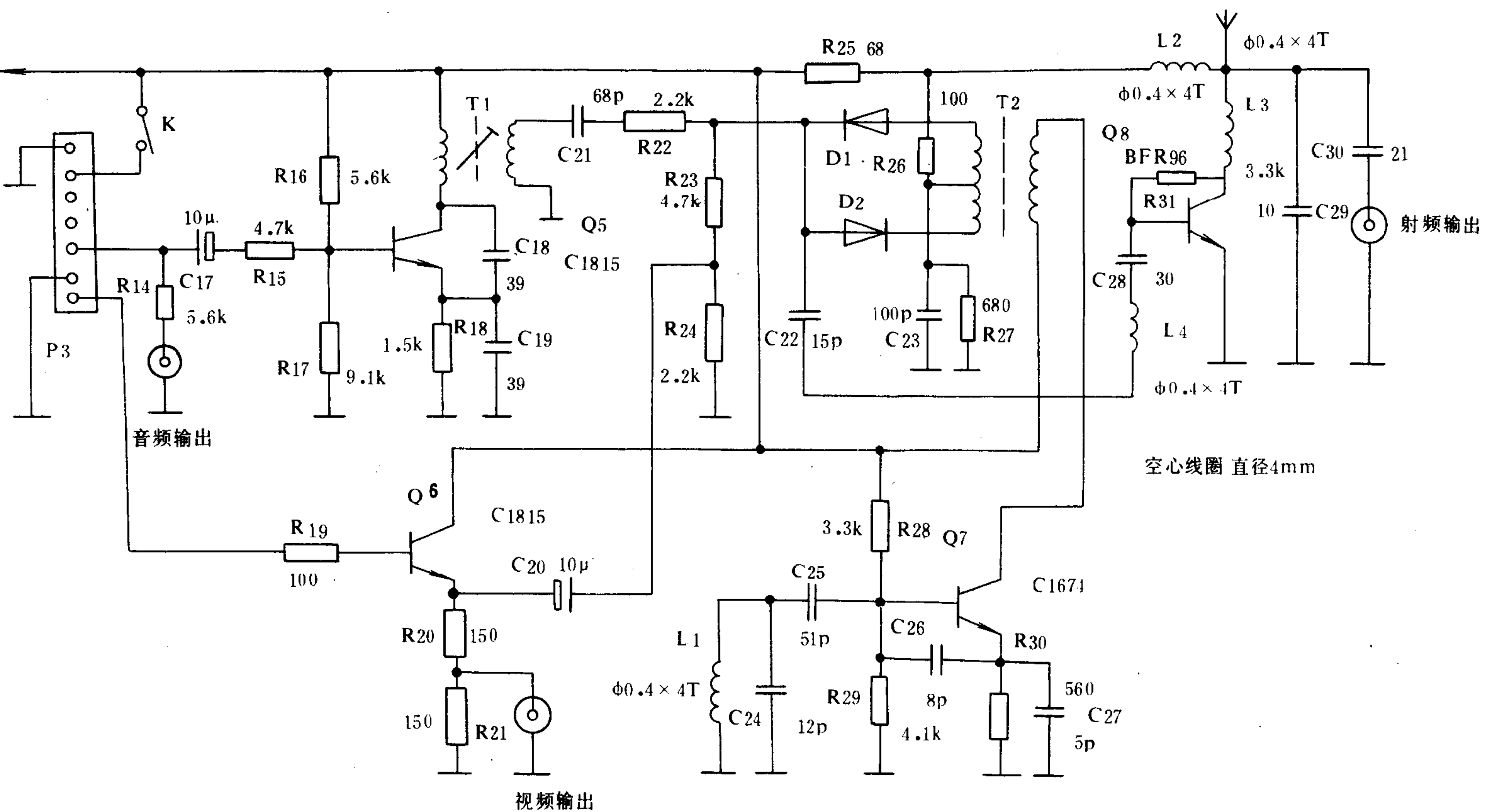


图 3.5.10 “终结者 S-500TM”游戏机射频调制电路图

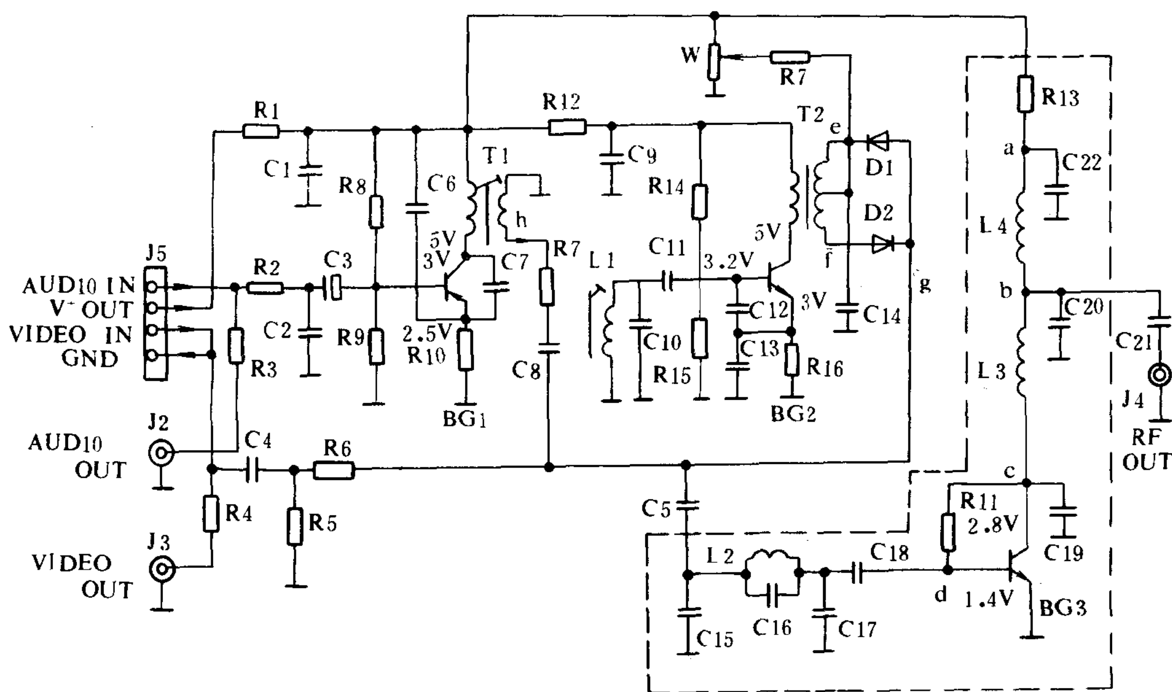


图 3.5.11 "TM(天马)-616"游戏机射频调制器电路图

§3.6 家用电视游戏机的时钟电路

时钟电路及其产生的时钟脉冲 ϕ 是游戏机中的重要电路，它决定了游戏机工作的节拍。

游戏机中的时钟电路均为石英晶体振荡器，其产生的高频脉冲的频率主要由石英晶体决定。近代家用电视游戏机中常用的时钟频率主要有：26.601712MHz、21.251465MHz、21.47727MHz、1MHz、4MHz。时钟频率 ϕ 主要用于游戏机中四个部位：

中央处理器 CPU；

图象处理器 PPU；

某些游戏机的接口电路；

在制式转换电路中使用的芯片。

目前，我国家用电视游戏机市场上流行的各种牌号，可谓五花八门，外观也式样多变。有全国各地利用芯片组装的；有外国进口的；由于国内外电视制式不同，进口以后又改装的；有港台厂家专门为国内生产的；也有日本等国专门制造适于我国电视体制使用的游戏机。由于各种各样牌号的游戏机(甚至同一种牌号)使用不同的 CPU、PPU 芯片，而不同型号的 CPU、PPU 芯片所采用的时钟频率又各不相同，例如：采用 21.251465MHz 的有：CPU6005B、PPU6022B；采用 21.47727MHz 的有 CPU6527、PPU6528；采用 26.601712MHz 的有 CPU6527P、87007P、2B03、P02、6540，PPU6538、6528P、6538P、87008P、2P02、6541、2D03；采用 1MHz 的有 CPU Z80 等。这样就决定了游戏机的内部电路形式上有所区别。就第三代任天堂游戏机而言，一类是采用 26.601712MHz 单时钟晶振电路的游戏机，线路简单，图象质量好，游戏卡兼

容性强，系近期进入我国市场的新机种；另一类是采用26.601712MHz和21.47727MHz双时钟晶振电路的游戏机，线路较为复杂，图象质量较好，游戏卡兼容性稍差；还有一类是采用21.251465MHz单时钟晶振的游戏机，系早期产品，线路复杂，且原机彩色制式与我国标准不符，大都是经过香港等地改制后进入我国市场的。这类机图象质量尚好，游戏卡兼容性好，但市售的这类机配件较少，维修起来较前两种类型机种困难。

还有几点要说明：

(1)市售的游戏机牌号型号繁多，外形各异；就是同一系列，例如任天堂系列，还有很多其它牌号，如"小天才"、"阿罗"、"胜天"、"智力宝"等，且与前述几类机芯无对应关系；有的牌号、型号且外观均相同，但机芯类型则不同，甚至相差极大。

(2)采用双时钟的电路，由于CPU和PPU的时钟各自独立，而高频幅射又容易引起相互间的干扰，从而影响图象的质量，甚至对附近的电视机产生干扰(使用无线发射的游戏机更是如此)。因此，目前游戏机已逐步从双时钟电路发展到单时钟电路。

(3)产生不同时钟频率 ϕ 的电路，其工作原理基本上是相同的，ϕ 主要由石英晶体决定。所以只要弄清基本晶振电路原理，ϕ 虽然不同也就不难了。

(4)早期的游戏机的时钟频率不属于上述几种晶振频率范围之内，但这些游戏机正渐渐淘汰，这里就不讨论了。

(5)不同时钟频率的CPU直接代换后(指21MHz的两种机芯)，图象伴音质量有所影响。

下面，重点分析时钟脉冲是如何形成的，时钟频率是如何精确确定的。

一、时钟脉冲电路的工作原理

1. 石英晶体振荡器

家用电视游戏机中的射频振荡器，时钟脉冲发生器都要求振荡频率稳定，这样才能得到清晰的图象和伴音。时钟脉冲频率的稳定程度，是衡量振荡器的质量指标之一，常用频率稳定度表示，即 $\Delta f/f_0$，f_0 为振荡频率，Δf 为频率偏移。频率稳定度有时附加时间条件，如一小时或一日内的频率相对变化量。

由电感、电容组成的LC振荡器的振荡频率 f_0 受到LC并联谐振回路的参数L、C和耗损R的影响。由电路理论知道，LC谐振回路的品质因素Q值对频率稳定有很大影响，$Q=\omega_0L/R=\sqrt{L/C}/R$，Q值愈大，频率稳定度愈高。但是，一般LC振荡器，其Q值只可达数百，如要求频率稳定度更高，应当采用石英晶体振荡器。

石英晶体振荡器，就是用石英晶体取代LC振荡器中的L、C元件所组成的正弦波振荡器，它的频率稳定度可高达 10^{-9} 甚至 10^{-11}。

石英晶体振荡器之所以具有极高的频率稳定度，主要是由于采用了具有极高Q值的石英晶体元件。石英晶体是一种各向异性的结晶体，是硅石的一种，其化学成分是 SiO_2。从一块晶体上按一定的方位角切下的薄片称为晶片，然后在晶片的两个对应表面上涂敷银层并装上一对金属板，就构成石英晶体产品，如图3.6.1所示，它用金属外壳密封，也可用玻璃壳封装。

石英晶片具有压电效应的物理特性。压电效应是一种物理现象，它指在晶片的两个极板间加一电场，会使晶体产生机械变形；反之，若在极板间施加机械力，又会在相应的方向上产生电场。如在极板间所加的是交变电场，就会产生机械变形振动，而机械变形振动又会产

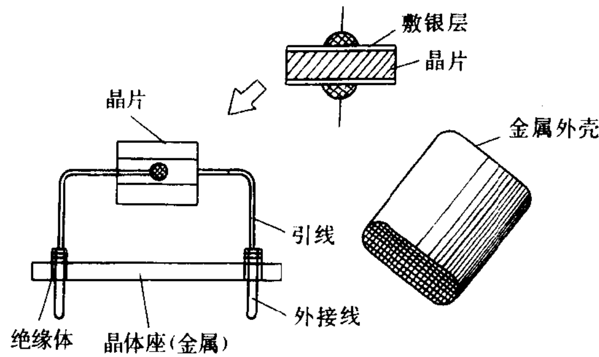


图 3.6.1　石英晶体的一般结构

生交变电场。一般来说,这种机械振动的振幅是比较小的,其振动频率则是很稳定的,但当外加交变电压的频率与晶片的固有频率(由晶片的尺寸决定)相等时,机械振动的幅度将急剧增加,这种现象称为压电谐振,所以石英晶体又称为石英晶体谐振器。

图 3.6.2 所示图形为石英晶体的等效电路和它的电抗特性,可以用来解释石英晶体的压电谐振现象。图中,C_0 为晶片与金属板构成的静电电容,L 和 C 分别模拟晶体的质量(代表惯性)和弹性,R 用来等效因摩擦而造成的损耗。石英晶体具有一个可贵的特点:它有很高的质量与弹性的比值(等效于 L/C),所以它的品质因素 Q 很高。例如一个 40MHz 的石英晶体,它的典型参数为:L = 100mH,C = 0.015p,C_0 = 5p,R = 100Ω,Q = 25000。

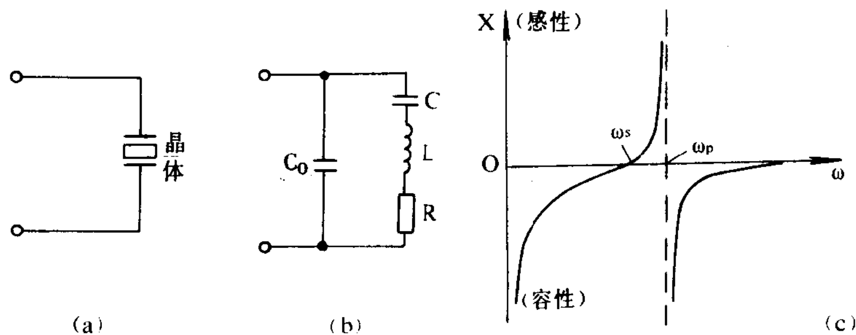


图 3.6.2　石英晶体的等效电路和它的电抗特性

当忽略 R 时,石英晶体的总电抗可用下式近似表示:

$$X \approx \frac{1}{\omega} \cdot \frac{\omega^2 LC - 1}{C_0 + C - \omega^2 LCC_0}$$

上式表明,石英晶体有两个谐振频率,这可以令上式的分子和分母分别为零来求得。令分子为零时可得串联谐振频率:

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

若令分母为零,则得并联谐振频率:

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\sqrt{1 + \frac{C}{C_0}}$$

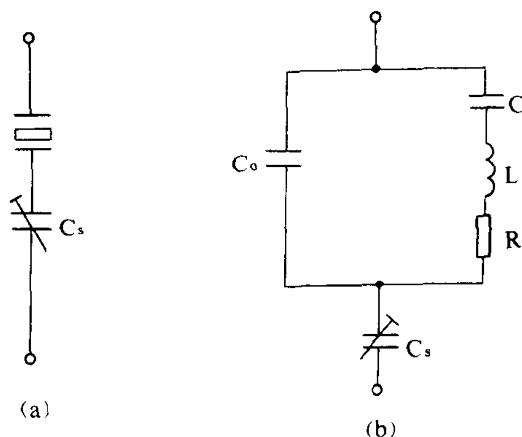


图 3.6.3　石英晶体串联谐振频率的调整

实际应用时,外接一个小电容 Cs,如图 3.6.3(a)所示,振荡频率由它微调决定。计算方法如下:先由图 3.6.3(b)导出它的电抗为

$$X' = -\frac{1}{\omega Cs}\cdot\frac{C + C_0 + Cs - \omega^2 LC(C_0 + Cs)}{C_0 + C - \omega^2 LCC_0}$$

令上式的分子为零,得到新的串联谐振频率

$$f'_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\sqrt{1 + \frac{C}{C_0 + Cs}} = fs\sqrt{1 + \frac{C}{C_0 + Cs}}$$

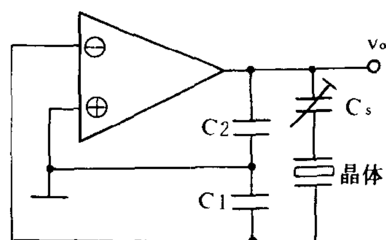


图 3.6.4　并联晶体振荡器

将上式展开成幂级数,并注意到 $C \ll (C_0 + Cs)$,从而略去高次项,可近似得

$$f'_s = f_s[1 + \frac{C}{2(C_0 + Cs)}]$$

频率的相对变化量为

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{C}{2(C_0 + Cs)}$$

由以上分析可知,串入 Cs 之后,并不影响并联谐振频率,由于 Cs 是一个微调电容,使 f'_s 在 f_s 与 f_p 之间的一个狭窄范围内变动。

具体的石英晶体振荡器如图 3.6.4 所示,该电路为并联晶体振荡器,石英晶体以并联谐振的形式出现,其振荡频率根据图 3.6.2(c)所示的电抗特性可知,该电路的振荡频率 ω_0 必在 ω_s 和 ω_p 之间,即晶体起电感的作用,所以图 3.6.4 为一个电容三点式振荡器。由于 $C1 \gg Cs$,$C2 \gg Cs$,所以振荡频率主要取决于石英晶体和 Cs 的谐振频率。石英晶体作为一个等效电感 Leq 很大,而 Cs 又很小,使得等效 Q 值极高,所以频率稳定度很高。当前流行的家用电视游戏机中的时钟电路均采用石英晶振,就是因为它具有极高的稳定度而采用之。

二、实际时钟电路举例

1. 26.601712MHz 时钟电路

26.601712MHz 时钟电路如图 3.6.5 所示。在电路中,当谐振时石英晶体 X1 起电感作

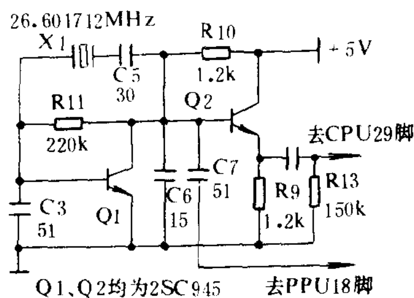


图 3.6.5 φ = 26.601712MHz 晶振电路

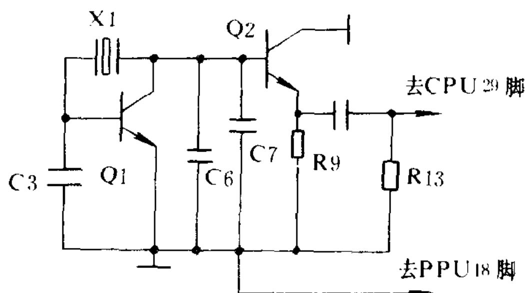


图 3.6.6 交流等效电路

用,所以它的交流等效电路如图 3.6.6 所示。显然,由 Q1、C3、C6、石英晶体 X1 构成电容三点式振荡器,而由晶体管 Q2 构成的跟随器起缓冲作用。

2. 双时钟 21.47727MHz 和 26.601712MHz 晶振电路

图 3.6.7 为双时钟 21.47727MHz 和 26.601712MHz 石英晶体振荡电路,实际上是两个独立的晶振电路,采用两个石英晶体 X1 和 X2,两个电路的形式完全相同,仅元器件参数(C15 和 C33)略有不同,且均为电容三点式振荡电路。

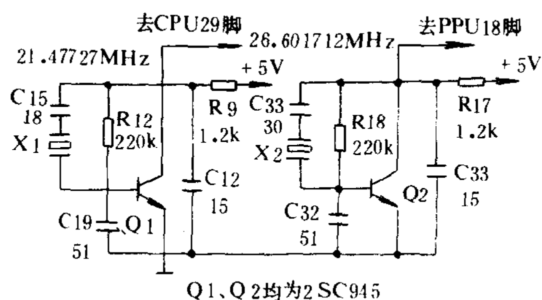


图 3.6.7 双时钟晶振电路

3. φ = 21.47MHz 时钟电路

图 3.6.8 所示电路为 φ = 21.47MHz 时钟电路,分析从略。

4. φ = 1MHz 的时钟电路

Z-80CPU 的时钟 φ 为 1MHz,可采用图 3.6.9 所示的电路。

其它 φ 值的时钟电路,这里就不一一例举了。

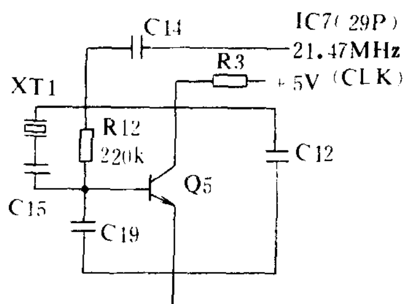


图 3.6.8 φ = 21.47MHz 时钟电路

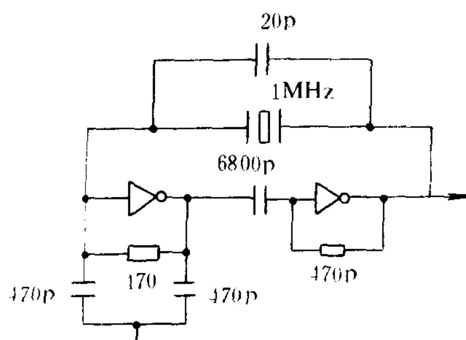


图 3.6.9 φ = 1MHz 时钟电路

§3.7 家用电视游戏机的制式转换电路

一、制式的划分

所谓不同制式是指红、绿、蓝三种基色可以有不同的分解、传送和组合方式，这就构成了不同的彩色电视传送系统。按信号的传送方式来分类，彩色电视制式大体上可分为顺序制和同时制两大类。

顺序制是以一定先后顺序传送红、绿、蓝三基色图像，是彩电技术启蒙时期的一种考虑方案，由于它存在许多缺点，当前除工业电视尚使用外，广播电视中几乎已不采用了，已让位于同时制。

同时制能进行亮度信号与色度信号以不同的频率范围同时传送，实现彩色电视与黑白电视的"兼容"，它克服了顺序制的缺点。所以，目前彩电技术中广泛运用的是同时制。

同时制在怎样传送两个色差信号上有不同的方法。目前世界上广泛采用的同时制划分为三种制式：

(1)NTSC(平衡正交调制)制式；

(2)SECAM(顺序—同时制)制式；

(3)PAL(逐行倒相制)制式。

表 3.7.1 附录了部分国家和地区采用的电视制式

表 3.7.1

国家或地区	黑白电视制式		彩色制式	电网电压(交流，伏)	电网频率(Hz)
	VHF(Ⅰ、Ⅲ)	UHF(Ⅳ、Ⅴ)			
日本	M	M	NTSC	100/200	50/60
美国	M	M	NTSC	120/240	60
中国	D,K	D,K	PAL	220	50
中国香港地区	—	I	PAL	200/346	50
中国台湾省	M	M	NTSC	220	60

整个彩色电视机除了与彩色电视制式有关，行、场扫描频率，视频信号带宽、伴音载频等都必须与发送端相一致。否则，就不能达到满意的收看效果，甚至不能收看。例如，我国选用 PAL-D 制，而我国香港地区采用 PAL-I 制，由于伴音载频不同，那么两种不同制式的彩电就相互收不到声音，或声图不能同步出现。

当行、场频不同时，也会引起类似的问题。

二、游戏机制式转换电路工作分析

当前，从电视制式上分，市场上流行的游戏机有以下几类：

(1)日本任天堂原装游戏机，输出的是 NTSC 制式的电视信号，而国内是 PAL-D 制式，不能使用，所以香港等地对其进行改制，我们再进口，例：HVC-001 机、CT-180 机、香港产 IQ 小天才-501 机等。

(2)适合我国 PAL-D 制式的任天堂派生产品,它的结构原理、功能设计、附件配置基本一致,节目互相通用。这类游戏机有"小天才 IQ-301"、"智力宝"、"家家乐"、"胜天 ST-9000"等机型。

(3)世嘉五代 16 位游戏机在进入中国市场前,临时加装 PAL-D 制式射频盒,即已经进行了改制;某些任天堂游戏机本身的输出即为 PAL-D 制式的电视信号(这些游戏机包括国内组装的机器、游戏机上标有"任天堂"字样)。

(4)世嘉游戏机有一部分输出的是 PAL-I 制式或 NTSC 制式电视信号,对此必须改制。

(5)台湾出产的采用 NTSC-M 制式的游戏机,例台湾产 IQ-501 小天才游戏机,这类游戏机必须改制。

(6)台湾产的 PAL-B 制式 2600 型机,它的伴音载频仅为 5.5MHz,此类机型必须改制。

(7)某些 2600 型游戏机,它的图象处理器采用 PPU 芯片 8402,这是一种两制式的 PPU,既可以合成 NTSC 制式,也可以合成 PAL-D 制式。

我国目前使用的电视机,它的行频为 15625Hz,场频为 50Hz,色副载波为 4.433MHz、伴音信号振荡频率为 6.5MHz,属于 PAL-D 制式编码。而 NTSC 制式的行频为 15750Hz,场频为 60Hz,色副载波频率为 3.579MHz。当将 NTSC 制式的信号输入 PAL-D 制式电视接收机时,因为行频差别不大,可以正常同步,但场频差别太大,不能同步;色副载波与色编码方式不一样,结果引起无色彩。"PAL-B"与"PAL-D"两种制式的主要区别仅是伴音载频的不同。"PAL-B"伴音载频为 5.5MHz,"PAL-D"伴音载频为 6.5MHz,如把"PAL-B"制式的信号输入"PAL-D"制式的电视接收机时,其音质当然变坏。

对于由于制式不同引起的色彩、图象、音质方面的故障,游戏机内部电路均要设置制式转换电路。

三、游戏机制式转换电路实例

1. 任天堂红白机 HVC-001 制式转换电路

任天堂红白机 HVC-001 制式转换电路如图 3.7.1 所示。HVC-001 型游戏机所用 PPU 芯片为 UA6528,其时钟频率为 21.251645MHz,为 NTSC 制式副载波频率的 6 倍,所以 PPU 输出的视频信号为 NTSC 制,即行频为 15750Hz,场频为 60Hz,色副载波频率为 3.579MHz。当它输入我国 PAL-D 制式的电视接收机时会出现问题。图 3.7.1 制式转换电路就是为了解决这个问题而专门设置的。

HVC-001 型游戏机中的图象处理器 PPU 芯片 UA6528 的管脚㉑输出视频信号见图 3.4.1,经射极跟随器输入到图 3.7.1 所示的制式转换电路,完成 NTSC 到 PAL-D 制式的转换后,再由制式转换电路把 PAL-D 制式的视频信号送往射频调制电路。

图 3.7.1 上方左端为 NTSC 制式的视频信号 a,周期为 64μs,分三路进入制式转换电路。第一路经小电容 C18 进入,仅让 3.579MHz 的副载波调制的色度信号通过,经 Q2 放大之后,进入制式转换芯片 MK5060 的管脚㉑。在 MK5060 内部,3.579MHz 的 NTSC 制式色度信号解码后,又重新编码为 4.433MHz 的 PAL-D 制色度信号。该变换的晶振电路由 MK5060 的外电路 Q4 组成,它能输出 17.7375MHz 的高频振荡波,作为变换所需的本地副载波信号,此副载波频率恰为 3.579MHz 的 5 倍,为 4.433MHz 的 4 倍。4.433MHz 的 PAL-D 制式色度信号由 MK5060 的管脚⑮输出,经 R12、L2 和 C10 组成的谐振电路,进入 Q1 的基极。

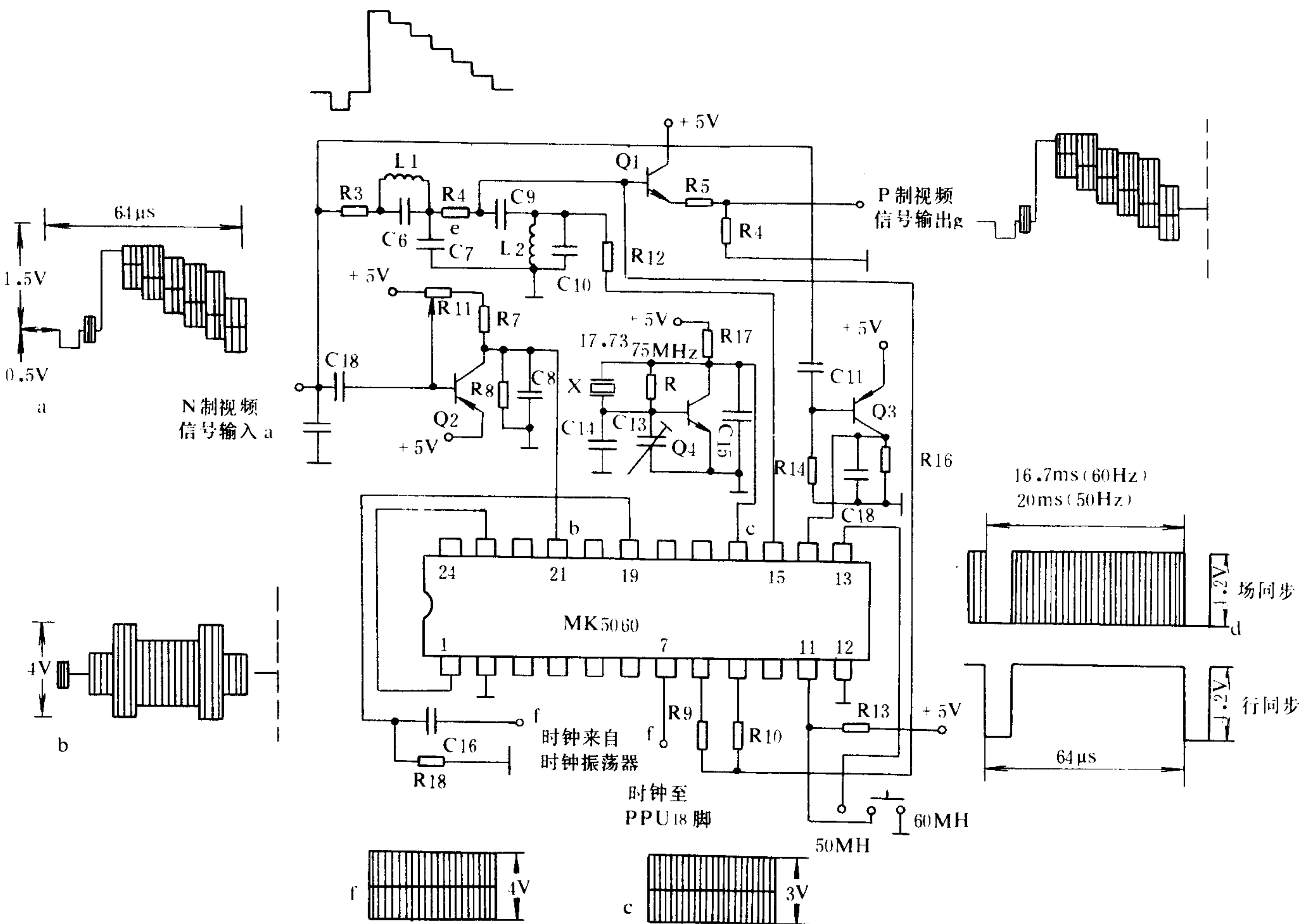


图 3.7.1 任天堂红白机 HVC-001 机制式转换电路

第二路经上方右端 C11 进入同步分离级 Q3 的基极，分离所得的复合同步信号进入 MK5060 的管脚⑭。MK5060 芯片对 NTSC 制视频信号进行色度转换和整形，得到的 PAL-D 制式同步信号从 MK5060 的管脚⑧、⑨输出，再经下方的电阻 R9、R10 叠加，然后也送往 Q1 的基极。

第三路由上方的 R3、L1、C6、C7 组成。电阻 R3 隔离 PPU 送来的视频信号，L1、C6 和 C7 滤除 3.579MHz 色度信号，仅让亮度信号通过送往 Q1 的基极。

Q1 把这三路送来的 4.433MHz 的 PAL-D 制式色度信号、复合同步信号以及亮度信号进行叠加，形成 PAL-D 制式的视频信号，再经 Q1 的发射极、电阻 R4、R5 送往射频调制电路。完成了制式转换的任务。

那么场频从 60Hz 转换到 50Hz 是如何实现的呢？

前面讲过，21.251465MHz 的石英晶振电路向中央处理器 CPU 提供所需的时钟脉冲。在此同时，在图 3.7.1 的左下方，此时钟又经 C16 进入制式转换电路 MK5060 的管脚⑲，经 MK5060 处理后，又从它的管脚⑦送往图象处理器 PPU 的管脚⑱，作为 PPU 的时钟信号。在图 3.7.1 的右下方，当 MK5060 的管脚⑪接地时，即场频转换开关置 60Hz 时，该时钟信号没有发生任何变化，PPU 管脚㉑还是输出场频为 60Hz 的 NTSC 制式的视频信号。此信号经制式转换电路处理之后，成为场频为 60Hz 的 PAL 制视频信号。但是当这种信号送往我国的 PAL-D 制式的彩电接收机时，会出现图象有色而场不同步的现象。如果当 MK5060 的管脚⑪接高电平 +5V 时，那么送往 PPU 的时钟信号相位发生变化，此时，PPU 的管脚㉑输出的视频信号其场频为 50Hz，经 MK5060 芯片转换后，就可输出符合 PAL-D 制式的场频为 50Hz 的视频信号。

2. CT-180 游戏机制式转换电路

CT-180 游戏机制式转换电路如图 3.7.2 所示，它的转换原理与 HVC-001 游戏机完全一样。但是所用的主要元器件有所不同，其它电路也稍有不同。

图 3.7.2 左下方 P3 为接线板，它和电脑板相接。P3 中的符号其意义如下：V 为视频信号；G 为接地；A 为音频信号；V_{CC}为 +5V 电源。

NTSC 制式的视频信号由 P3 的 V 插口经 C18 引入 Q3 的基极，Q3 起色度放大作用。Q3 的集电极输出放大后的信号送往 IC11 PAL16R4A 的引脚②，IC11 PAL16R4A 起 N 制-P 制色度转换、复合同步叠加的作用，为制式转换部分，其输出端为它的引脚⑫。PNP 晶体管 Q2 起同步分离作用，NPN 晶体管 3904 组成 6.5MHz 伴音载频振荡器；PNP 晶体管 Q1 起亮度、PAL 制式色度，复合同步叠加，PAL 制式视频信号输出的作用；NPN 管 9018 起射频调制作用，由 RF 插孔输出 PAL 制式的全电视信号。

3. "PAL-B"制式转换成"PAL-D"制式

"PAL-B"制式的游戏机与"PAL-D"制式的游戏机，其主要差别在于伴音载频的不同。"PAL-B"制式的游戏机，其伴音载频为 5.5MHz，而我国的 PAL-D 制式的伴音载频采用 6.5MHz。所以从"PAL-B"制式转换成"PAL-D"制式，仅需改动伴音载频而已。

在游戏机中与载频有关的电路主要是射频部分，所以只需改动射频调制器屏蔽盒内与伴音载频的有关电路。

图 3.7.3 为游戏机的伴音调制器的原理图。图中，音频信号从 P1 的①号管脚经 R11 送到 Q4 的基极，经 Q4 放大后从 Q4 的集电极输出，B1 的初级线圈和 C12 及分布电容组成谐振

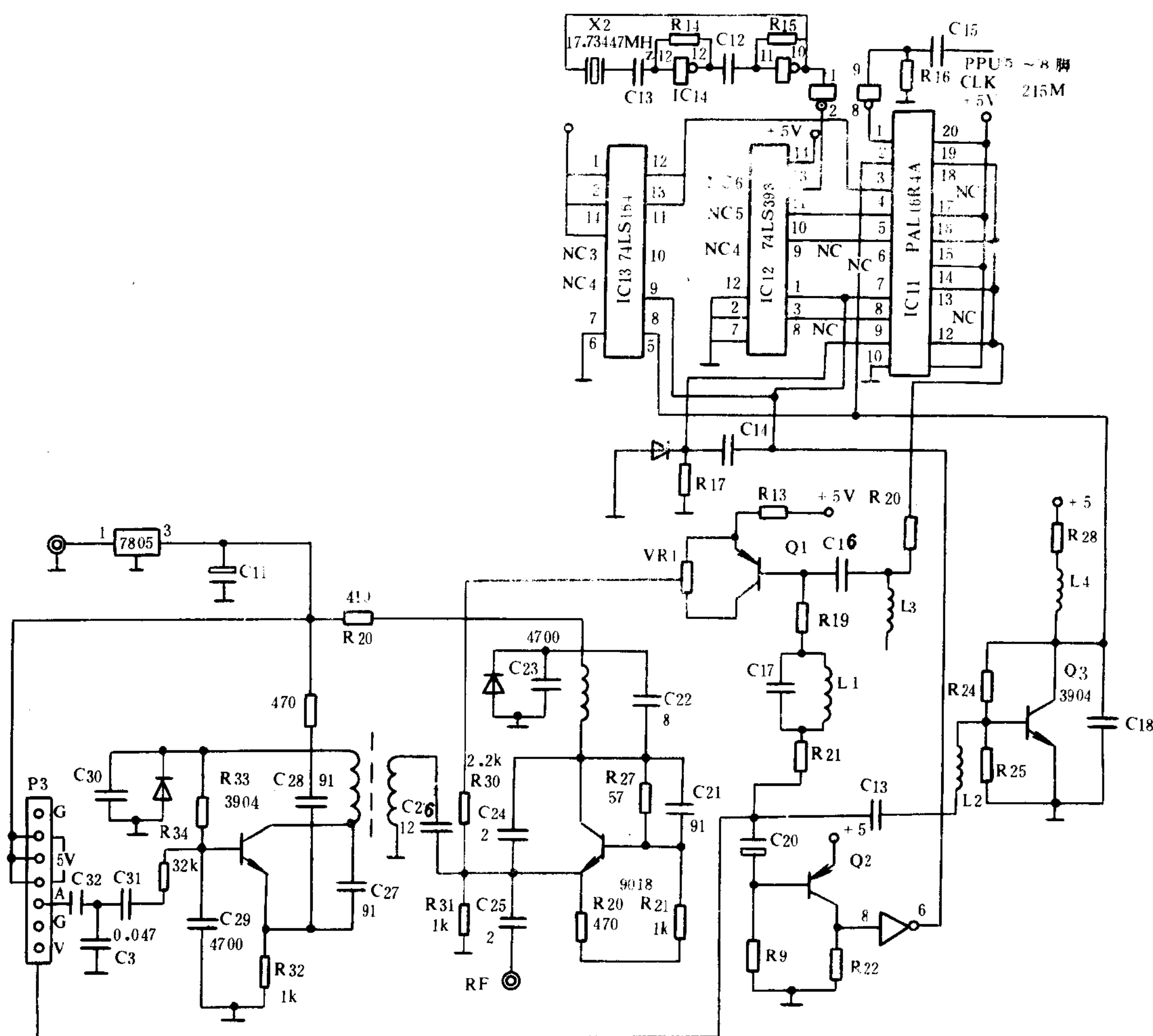


图 3.7.2 CT-180 机制式转换电路

回路,形成伴音载频的数值。

该谐振电路的振荡频率为:

$$f_A = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

现想从 5.5MHz 改变为 6.5MHz,那么可从二种方法中解决。

方法 1:减小电感 L 提高振荡频率 f_A。实际做法是把电感线圈 B 从电路板上焊下来,打开屏蔽罩,将初级线圈拆掉 3~6 圈,然后还原安装好,再微调磁芯校准频率即可。

方法 2:减小电容 C 提高 f_A。实际做法是把谐振电容 C12 焊下,换上一个 33p 的新电容。接好信号后,把图象质量调到最佳,音量旋钮放在较大位置,当听到伴音信号时,再微调

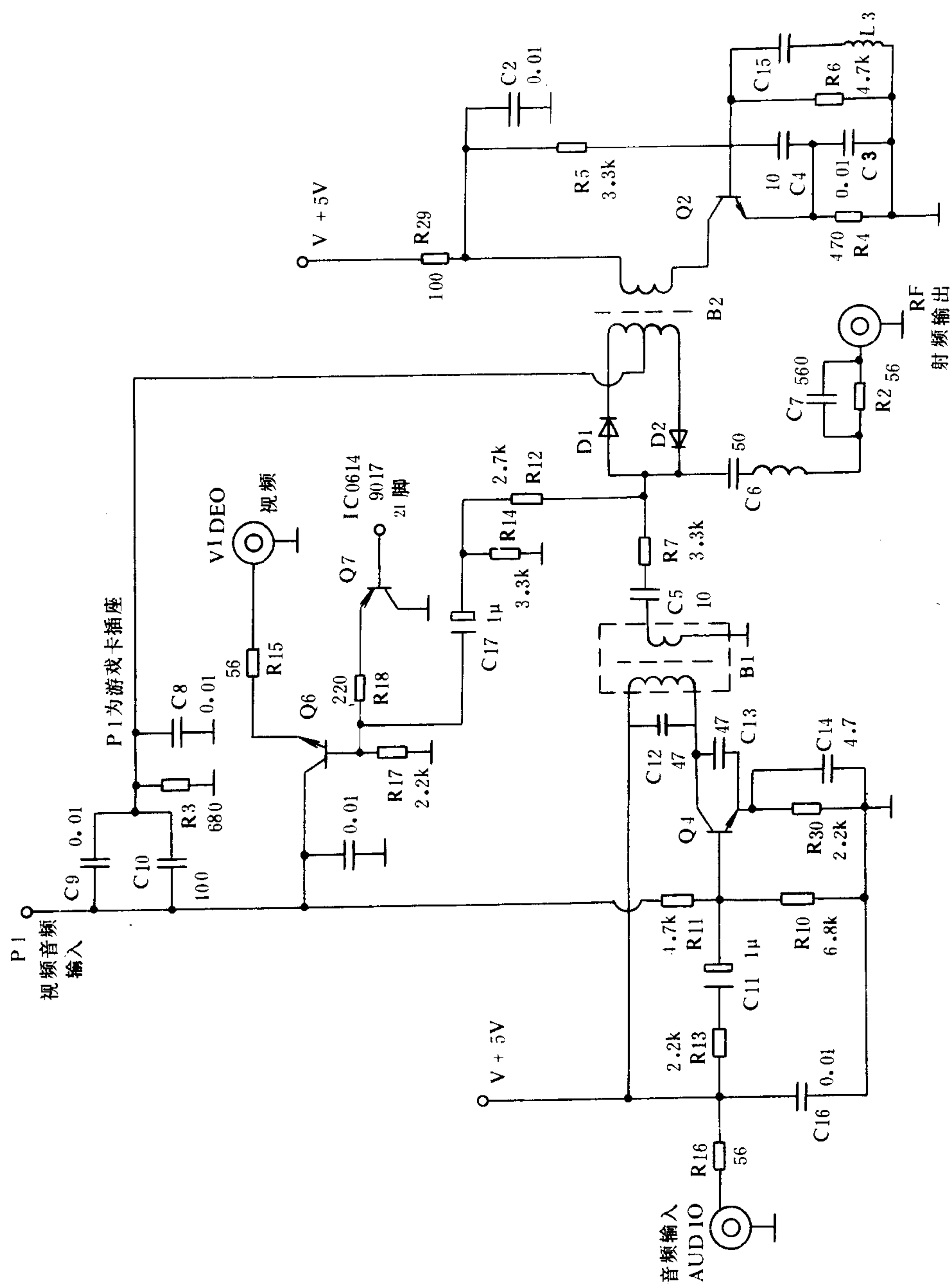


图 3.7.3　伴音调制器原理图

B1 的磁芯，直到伴音纯净、宏亮、噪声最小为止。

通过以上方法，“PAL-B”制式的游戏机改成了“PAL-D”制式游戏机。

4. 台湾产“IQ501-小天才”游戏机制式的改变

台湾采用“NTSC-M”制式，所以当射频调制器输出的全电视信号送往彩电接收机以后，会出现有图象但无彩色、无伴音。

如何改制呢？首先将电源电路换成“PAL-D”制式游戏机所使用的电源电路。然后，打开游戏机机壳，把“NTSC-M”制式所用的 PPU6528 芯片换成“PAL-D”制式所用的 PPU 芯片 6538(或 6528P、87008P、6541)，原来 21.47727MHz 的晶振电路换成 26.601712MHz 的晶振电路，此时接上电源就会出现正常的图象，但还是无声。因为，“NTSC-M”制式的伴音载频为 4.5MHz，比“PAL-D”制式低 2MHz。

于是，将射频盒焊下，卸开盒盖，用两个 47p 的瓷片电容替换原先的两个 100p 的电容，最后再微调磁芯，直至收听到正常的声音为止。

5. 部分“PAL-I”制式世嘉游戏机的制式转换

有一部分世嘉游戏机采用“PAL-I”制式，“PAL-I”制式和“PAL-D”制式的主要区别在于伴音载频的不同。“PAL-I”制式的伴音载频为 6MHz，比我国的“PAL-D”制式的伴音载频低 0.5MHz。所以进行制式转换的方法是：更换射频头；或者将伴音载频振荡器中的电容改小，再微调磁芯解决。

6. 香港产“小天才-501”游戏机的制式转换电路

香港产“小天才-501”游戏机内，设有 NTSC-PAL 制式转换电路，为此使用非常方便。该制式转换电路为 24 脚的芯片 MG-503，它的时钟为 17.73MHz，产生副载波信号，供 PAL 制式时用。图 3.7.4 是该制式转换电路的部分外围连接。

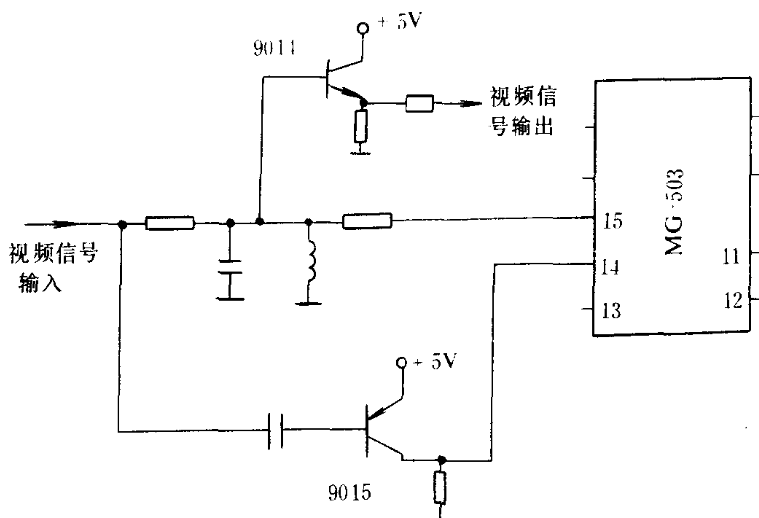


图 3.7.4 香港产“小天才 IQ-501”制式转换电路

四、制式转换电路的代换

(1)制式转换电路中所采用的主要芯片 MK5060，可以用 NA5060、NK5060、NPAL5/6 直接

代换。

(2)图象处理器 PPU 是 40 脚双列直插式封装,PPU 芯片代换时,按以下几步进行。

首先判断 PPU 管脚㉑(任天堂)输出的视频信号是 NTSC 制还是 PAL 制,判断的方法看游戏机内有无制式变换电路。如有 MK5060 芯片或其它同类芯片,则为 NTSC 制 PPU,没有这些芯片则为 PAL 制式的 PPU。

然后,可以进行 PPU 的代换。若是相同制式的 PPU 且其晶振相同则可直接代换;晶振不同时,则应当更换晶振后再代换 PPU 芯片。

最后,遇到不同制式时的 PPU,那么只能用 PAL 制式的 PPU 芯片代换 NTSC 制式的 PPU 芯片,然后跨接制式变换电路,直接输出 PAL 制信号。

配用 21MHz 晶振的 PPU 芯片有:6022B、2C02、TA-02N、GS87008、P03(HH25)、UA6528、KD841、HH23 等;配用 26MHz 晶振的 PPU 芯片有:P03-1(HI15)、UA6538、MG-P-505、UA6541、UA6528P、GS87008P、0615B(9035)等。

§3.8 家用电视游戏机的接口电路

接口电路主要用于控制盒、光电枪、键盘、遥控器等发出的外部控制信号(例如光点光弹的上、下、左、右,光弹的速度等)与中央处理器 CPU 的通信联络。

8 位、16 位游戏机,任天堂系列,世嘉类型的游戏机,所用的接口电路,不管是从原理上讲,还是从电路结构上分析,都是大同小异。所以,这里仅举出任天堂系列家用电视游戏机的接口电路,遇到其它类型的家用游戏机,套用就是了。

任天堂系列家用电视游戏机中的接口电路,主要由两片六总线驱动器 74LS368 芯片组成,用作 I/O 接口,接收来自主、副控制盒及光电手枪等输入的控制信号;它们的使能端和 CPU 的管脚㉟、㊱$\overline{INP0}$、$\overline{INP1}$相连,$\overline{INP0}$和$\overline{INP1}$为 CPU 的单向输出,作为游戏控制盒Ⅰ、Ⅱ(即主、副)的控制信号,实现 CPU 与外设的通信联络。

74LS368(74HC368)芯片的管脚功能及内部逻辑图如图 3.8.1 所示。74LS368 内含 6 个相同的具有三态高速 CMOS 反相器。三态反相器 1、2、3、4 和三态反相器 5、6 分别使用使能控制端 $1\overline{G}$、$2\overline{G}$。74LS368 芯片的真值表如表 3.8.1 所示:

表 3.8.1

$\overline{G}$	A	Y
H	X	Z
L	H	L
L	L	H

注:"Z"为高阻状态

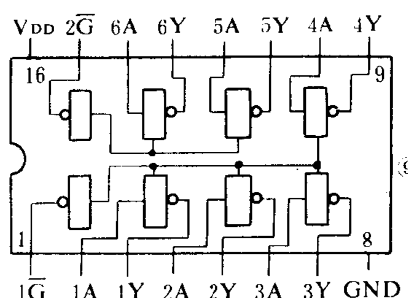


图 3.8.1 74LS368 管脚及内部逻辑图

游戏机接口电路原理图如图 3.8.2 所示。图 3.8.2 由三部分组成:第一部分为两块芯片 74LS368;第二部分为两个主、副控制盒的输入端线接线柱 CZ1、CZ2;第三部分是 15 个接线柱(腿)的扩充插口 CZ3。

CPU 的管脚①、②输出的音频模拟信号 AUDIO1 ~ 2 经 R1 ~ R4 相加后得到游戏过程中

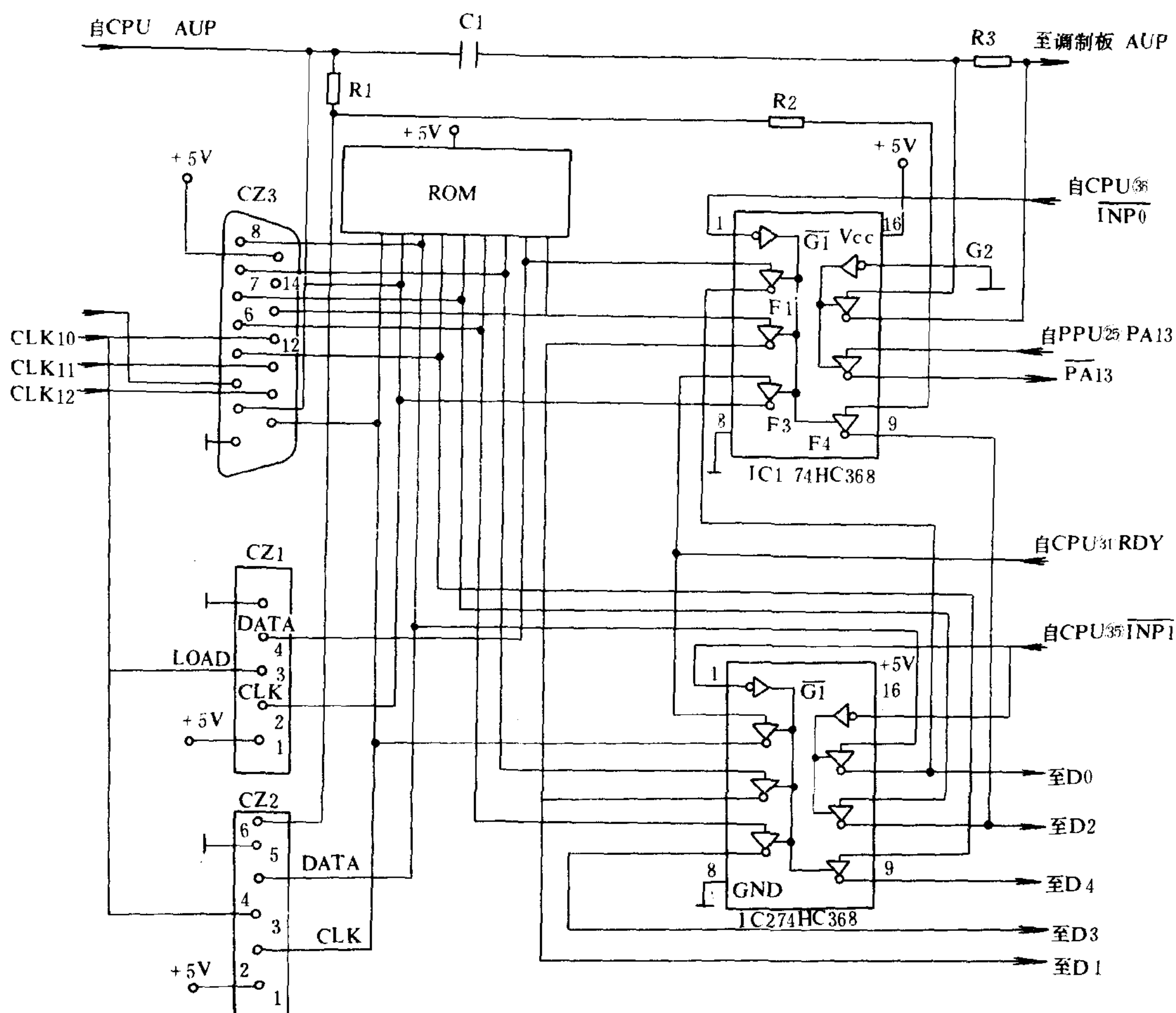


图 3.8.2 接口电路原理图

的模拟伴音信号 AUP,AUP 经过电容 C1(1μF)送往 IC1 74LS368 芯片的管脚⑭,⑭为 6A 端,经反相器 F6、电阻 R3 组成的放大器放大后送往调制板。由于 $\overline{G2}$ 始终接地,所以 F5 和 F6 总是处于选通状态,不存在高阻状态 Z。

图 3.8.2 中,两个 74LS368 芯片内有六个反相器,它们的输出端挂在数据总线、控制总线上,它们的输入端其中有许多同时和几个器件相连,例如:IC1 的 F1、F2、F3、F4,IC2 的 F2、F3、F4、F5、F6 等,它们或同时和 CPU、CZ1 相连,或同时和游戏卡 ROM、CZ 相连。但是,当游戏机运行时,这些器件并不同时都处于工作状态,当其中一个器件要利用总线与其它器件进行通信联络或进行数据变换时,要求其它器件处于"脱线"状态,否则就会发生相互之间的干扰。在计算机系统,通常只允许在同一时刻只有一个器件驱动总线。IC1、IC2 中的高阻状态正是为此目的而设的。

从图 3.8.2 我们可以看到,当 CPU 的管脚㊱$\overline{INP0}$ = 0 时,CPU 通过 IC1 74LS368 能与主控制盒(Ⅰ)(通过插座 CZ1)、扩充插口 CZ3、游戏卡 ROM 进行通信。此时,主控制盒通过插口 CZ1 送入的信号,可将数据挂在数据总线上。若$\overline{INP1}$ = 0 时,那么 CPU 通过 IC2 74LS368 芯片能与副控制盒(Ⅱ)(通过插口 CZ2)、扩充插口 CZ3、游戏卡 ROM 进行通信。同样,由副控制

盒送入的数据，可挂在数据总线上。若$\overline{INP0}=\overline{INP1}=1$时，主副控制盒都脱离数据总线，因为此时两个芯片 74LS368 均处于 Z 状态。扩充插口 CZ3 由 CPU 的管脚㊲～㊴控制。

进行游戏时，控制器、光电枪、键盘、遥控器等发出的外部控制信号都通过 IC1、IC2 挂在总线上与 CPU 进行通信联络。插口 CZ1、CZ2 联接主、副控制盒（Ⅰ、Ⅱ）与接口芯片 74LS368 构成的接口电路，扩充插口 CZ3 连接光电枪与接口电路。若有两人轮流玩游戏，那么中央处理器 CPU 先令$\overline{INP0}=0$，于是 IC1 的四个反相器的输出端 Y1～Y4 挂上总线；此时由于$\overline{INP1}=1$，IC2 74LS368 的六个反相器的输出端 Y1～Y6 全部脱离总线。这样 CPU 的管脚㊴CLK10 通过插口 CZ1、CZ2 的③脚，同时向主、副控制盒（Ⅰ、Ⅱ）送去加载信号（LOAD）；CPU 的 RDY 信号经 IC1 的反相器 F3 后通向插口 CZ1 的脚②，和主控制盒（Ⅰ）相连，这样来自主控制盒的串行控制信号由插口 CZ1 的 DATA 端，经 IC1 的反相器 F1 反相驱动加到 CPU 的数据线 D0 上，于是由 CPU 发出控制游戏画面的指令。此时，另外一人操纵的副控制盒（Ⅱ），由于 IC2 的 Y1～Y6 呈高阻态，副控制盒（Ⅱ）的 DATA 数据无法到达总线，这另外一人对副控制盒的操纵无效。如果，第一人的操作结束，那么应轮到第二人进行游戏，此时，CPU 可以令$\overline{INP0}=1$、$\overline{INP1}=0$。于是，主控制盒（Ⅰ）的 DATA 数据脱离总线，副控制盒（Ⅱ）的 DATA 数据进入总线 D0，第一人的操作无效。

有关光电枪、键盘等数据信号和 CPU 的通信，也是按同样的道理分时进入总线。

§3.9 家用电视游戏机的控制电路

游戏机/学习机投入运行的时候，主要受主、副控制盒，光电枪以及键盘的控制。

一、控制盒电路原理

控制盒是游戏机进行游戏的指挥棒，每个游戏节目的进行、变换，都由它操作。家用电视游戏机内设有主、副控制盒，通常主控制盒称为 1 号（Ⅰ）控制盒，对应的插座（口）称之 1 号（Ⅰ）插座（口）；副控制盒称为 2 号（Ⅱ）控制盒，对应的插座（口）称之 2 号（Ⅱ）插座（口）。两个控制盒内的电路结构稍有不同，但工作原理基本一致；主要的差别在于副控制盒没有选择键（SELECT）和起动键（START），这主要是为了减少游戏机成本，主控制盒已有了这两个键，设置了相应的功能，副控制盒就没有必要再设置了。

图 3.9.1 为控制盒的电路原理方框图。图中，多谐振荡器由 IC2 4069 芯片组成。芯片 4069 内含六个反相器，其引脚与内部逻辑功能图如图 3.9.2 所示。在不要求电平转换的情况下，这六个反相器均可以直接驱动 TTL 电路，还可以用于脉冲整形、放大电路、构成振荡等。

在图 3.9.1 中，由 IC2 4069 中的四个反相器结合 R、C，组成两组多谐振荡器。F1、F2、R1、R2、W1、C1 构成一个多谐振荡器，从 A 端输出，通向按键开关 K1；F3、F4、R3、R4、W2、C2 构成另一个，其振荡波从 B 端输出通向按键开关 K2。按键开关 K3～K8 为选择、开始、上、下、左、右功能开关；707A683J 为复合电阻排，接至 IC1 4021 的 P1～P8 的管脚上，其作用是用于防止当 K1～K8 中任一个开关未按下时，造成 IC1 的引出脚 P1～P8 悬空而接入的。IC1 4021 为 CMOS 器件，它的输入端悬空时，易感应外界的静电而被击穿，造成不必要的损坏。

IC1 4021 是一个八位静态移位寄存器，图 3.9.3(a)、(b)是它的内部逻辑图和引出脚功

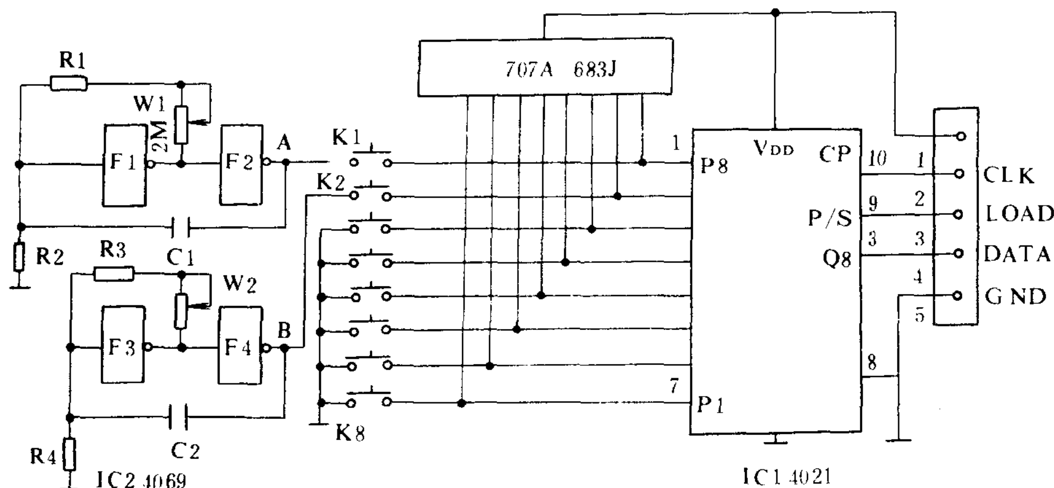


图 3.9.1 控制盒电路原理图

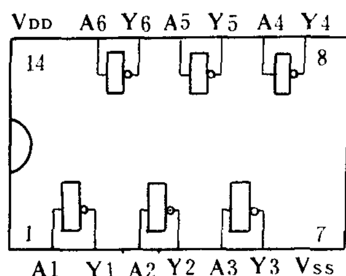


图 3.9.2 CD4069 引脚与内部逻辑功能图

能图。CP 为八个 D 型主-从触发器的公共时钟输入端，P/S 为并行输入/串行输入控制端，而 P1～P8 为八个并行数据输入端，由逻辑图可以看到，当 P/S=1 时，并行数据 P1～P8 可以送入该寄存器；当 P/S=0，且在时钟脉冲 CP 的下降沿到来时串行输入数据 DS 到达该寄存器的 Q 端。4021 芯片有三个输出端，分别为 Q6、Q7、Q8。当 P/S=1 时，则寄存器的数据从 Q8 串行输出；当 P/S=0，也从 Q8 输出，当然也可以从 Q6、Q7 取输出。从图 3.9.1 可以看到，4021 芯片用于控制盒的按键电路中，控制盒的八种功能的按键恰好并行连接在 CD4021 的八个并行数据输入端 P1～P8 上。当某个键按下时，对应的 Pi 为 0，那么其它七个输入数据 P 为逻辑 1。由按键所构成的并行输入，经 CD4021、插口 CZ 以及接口电路送往中央处理器 CPU，为 CPU 所接收。IC1 CD4021 的真值表如表 3.9.1 所示。

表 3.9.1

CP	P/S	DS	P1	Pn	Q1	Qn
×	1	×	0	0	0	0
×	1	×	0	1	0	1
×	1	×	1	0	1	0
×	1	×	1	1	1	1
×	0	0	×	×	0	Q_{n-1}
×	0	1	×	×	1	Q_{n-1}
×	0	×	×	×	Q1	Q_{n-1}

控制盒和 CPU 的通信联络过程具体分析如下。当中央处理器 CPU 访问接口电路时，令 $\overline{INP0}$=0、RDY=1、CLK=1，并给出加载信号 LOAD，因为 LOAD 与 CD4021 的管脚⑨(即 P/S)

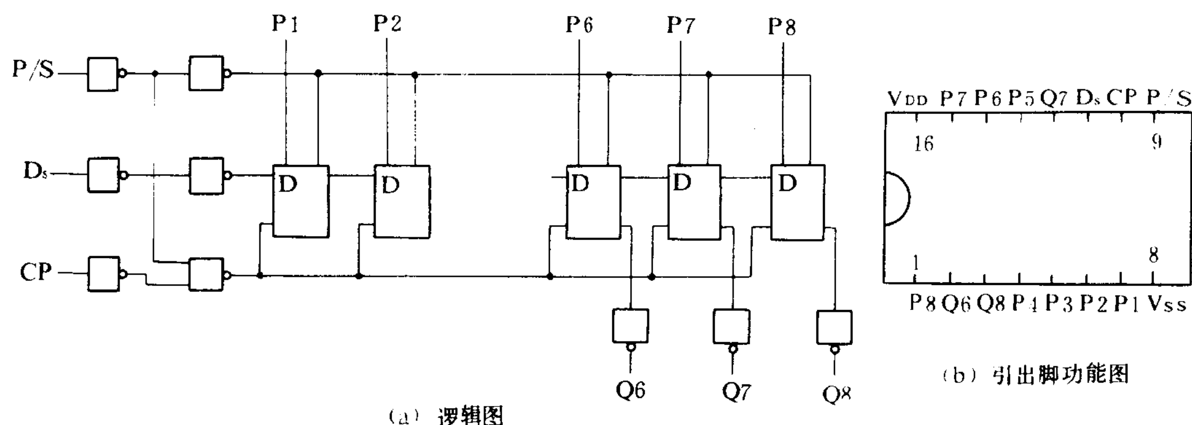


图 3.9.3 IC CD4021 内部逻辑图和引出脚功能图

相连,那么 CD4021 芯片进入并行输入/串行输出工作状态。此时,若按下 K1 或 K2 键,则两个振荡电路的输出脉冲就进入 CD4021 芯片的管脚①或⑮,而由管脚③的 Q8 输出数据经插口 CZ1 的管脚④DATA 接线柱,再经接口电路送往 CPU 的 D0 数据端口。CPU 对此数据处理后,画面图象产生相应的动作。若不按下 K1、K2 键,而仅按下 K3 ~ K8 六个键中的任一个键,由于它们和 P1 ~ P6 相连,那么同样可以由 CD4021 芯片的管脚③Q8 输出相应的数据送往 DATA 端口,最终送至 CPU 的 D0 端口。显然,此时游戏机能按键进行操作。插口 CZ1 的接线柱②脚的 CLK 时钟信号来自于接口电路中 IC1 74LS368 的 Y3;接线柱③脚的 LOAD 加载信号来自于 CPU 的 CLK10。LOAD、CLK、DATA 的时序波形如图 3.9.4 所示。

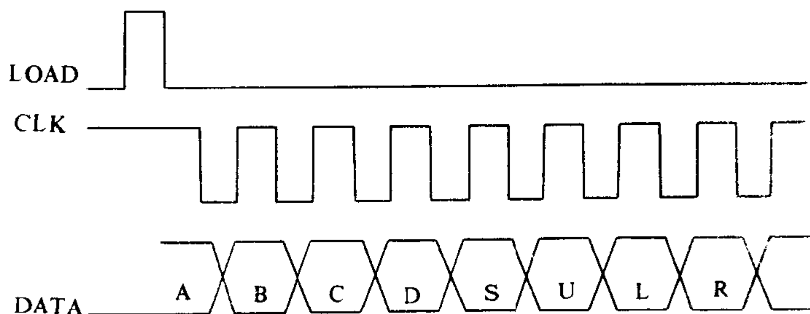


图 3.9.4 LOAD、CLK、DATA 时序波形

有些家用电视游戏机,例如 TM(天马)616、任天堂 DY-616、SAMLIGHT、SL-908 等,是采用时基电路 555 构成主、副控制盒中的多谐振荡器。图 3.9.5 为所示电路。时基电路 555 具有灵敏度高,输出驱动电流大(100 ~ 200mA)、功能灵活的优点。

二、光电枪控制电路原理

光电枪在游戏机中通常以手枪或冲锋枪等形式出现,这是一种集光、电、声、机械为一体的部件。聚光镜、光敏管、印刷电路(包括控制电路、音频放大电路、模拟颤动电路)、扳机、微

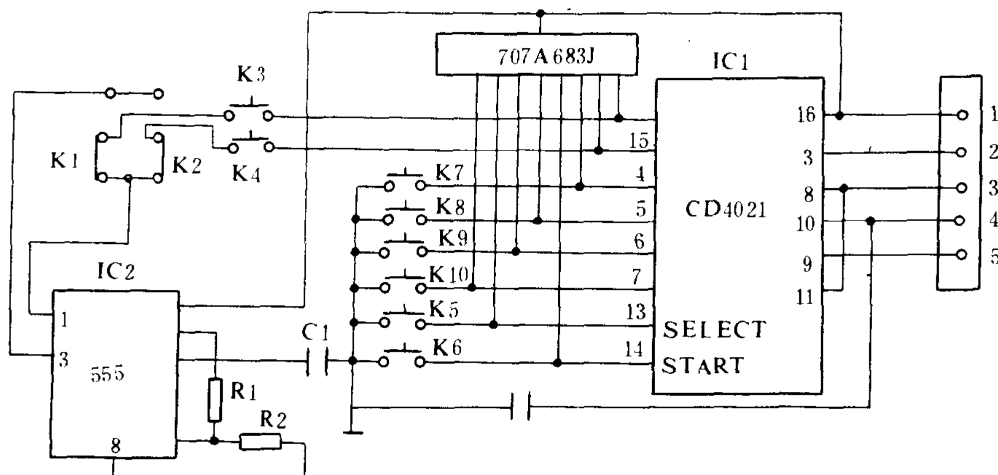


图 3.9.5　由时基电路 555 构成的控制盒电路

动开关以及塑料枪体是它的主要部分。

同控制盒一样，光电枪也用来控制游戏机的进行，但操作者的动作较控制盒的动作简单。当游戏机上的目标按预置程序在屏幕上出现或移动时，操作者只要让光电枪对准目标，扣动扳机，就可达到预定的目的。

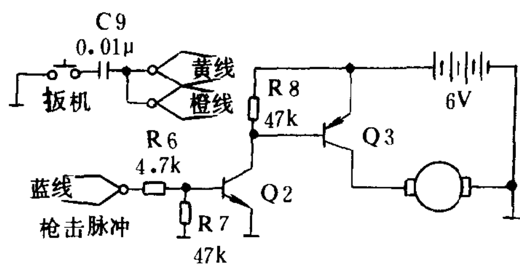


图 3.9.6　模拟颤动电路

光电枪中模拟真枪射击时的颤动电路如图 3.9.6 所示。当枪击脉冲信号送入 Q2 的基极时，Q2 导通，使 Q2 的集电极电位下降，于是 Q3 的基极电位随之下降，这样促使 Q3 饱和导通，直流电动机 D 得电转动，带动机械装置发出颤动。

光电枪中还设置了音频放大电路，当射击时，喇叭能发出“哒哒”的声音，其电路如图 3.9.7 所示。

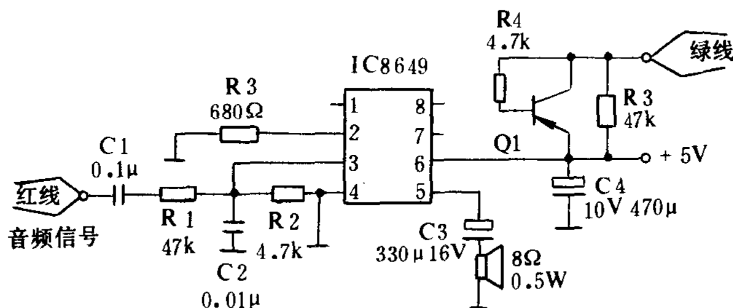


图 3.9.7　音频放大电路

游戏机的型号虽不同，但它们的光电枪工作原理基本上还是相似的。图 3.9.8 是光电枪控制电路原理图。当游戏者从电视屏幕上欲捕捉某游戏程序所设置的某个目标时，可以

用光电枪枪管内的聚光镜对准目标，目标图形微弱的光信号经聚焦后投射在光电管 Q2 上，Q2 是光指向性的达林顿管，Q1 为其提供工作偏压，Q2 将微弱的目标光信号放大并转换成电信号，再经电容 C3 耦合到 Q3，再次作带通放大。C2、L1 组成谐振电路，转换后的电信号再经过 IC4011 中四个与非门作脉冲放大及整形，输出到接口电路的扩充插口 CZ3（有 15 个接线柱），送到 CPU 的数据口 D4。如果此时游戏者扣下扳机，则由微动开关产生一个开关脉冲，经接口电路送往 CPU，由 CPU 内部的逻辑判断电路进行判断，以便认清射击者是否击中目标。当以上两个信号同时被送到 CPU，CPU 就发出指令，指挥游戏机，调出已存放在游戏节目卡中的声光程序和相应的图象信息，在电视接收机的屏幕上呈现出逼真的声光射击的音响与图象。若经 CPU 内部的逻辑判断，只能收到其中一个信号，则 CPU 不会发出相应的指令，游戏节目卡中的节目按正常程序继续进行，而不会出现声光效果。

图 3.9.8　光电枪控制电路原理图

三、家用电视游戏机控制电路实例

1. 任天堂 DY-616 游戏机控制盒电路

任天堂 DY-616 游戏机控制盒电路，对早期的任天堂游戏机控制盒电路进行了改进，去掉 K1 和 K2 两个滑动键，增加了 A 连发和 B 连发，图 3.9.9 和图 3.9.10 是它的主、副控制盒电路，与这一线路相同的游戏机还有 939 型灰白机、TM(天马)616 游戏机等。这一类机型在国内拥有量较大，其连发部分由时基电路 555 构成的多谐振荡器组成。

2. “小天才 IQ-301”灰白机控制盒电路

“小天才 IQ-301”灰白机和“智力宝”游戏机的主、副控制盒电路如图 3.9.11 和 3.9.12 所示，这两种机型均为台湾产品，质量较好，价格适中，深受用户欢迎。U2 4069 芯片及其外围的 R3、C4 构成振荡器控制连发部分 A、B。

3. “小天才 IQ-501”控制盒电路

“小天才 IQ-501”游戏机控制盒电路如图 3.9.13 所示，它的主、副控制盒电路完全相同。主控制盒使用插座 J1（接线柱），副控制盒使用插座 J2，也可以利用 15 个管脚的插座，如图中右下方所示。

4. 任天堂 S-737 游戏机控制盒电路

任天堂 S-737 游戏机有主、副两个控制器电路，分别封装在主、副控制盒内。主控制器

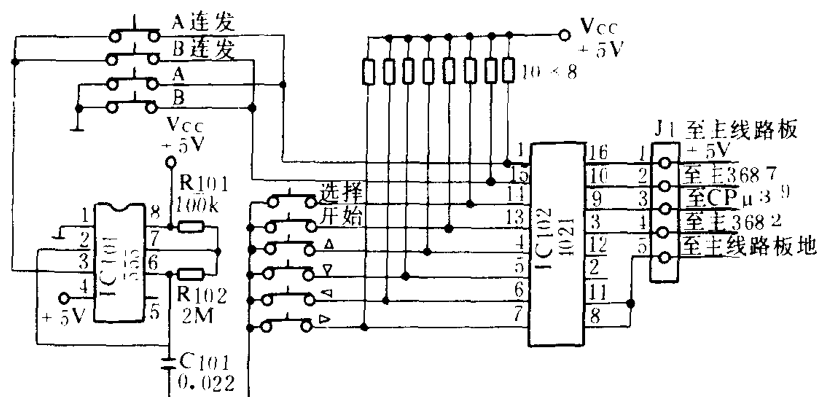


图 3.9.9 任天堂 DY-616 游戏机主控制盒电路

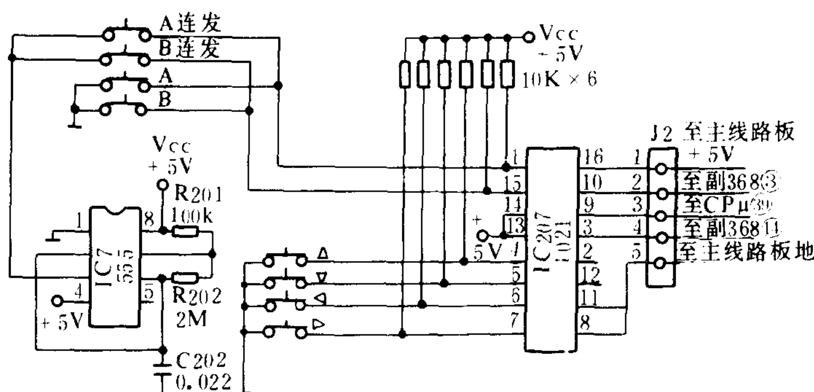


图 3.9.10 任天堂 DY-616 游戏机副控制盒电路

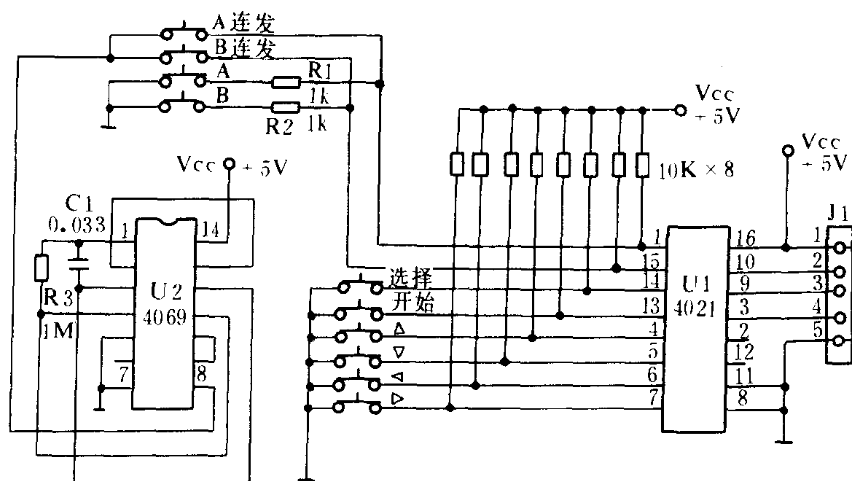


图 3.9.11 “小天才 IQ-301”主控制盒电路

电路由芯片 U1、U2 及排电阻等元件组成，而副控制器仅有一块软封装集成块 4069，这是和上述各游戏机的控制器结构不同的地方。图 3.9.14 和图 3.9.15 是任天堂 S-737 型游戏机主、副控制器电路图。主、副控制器的工作原理基本相同，只是副控制器少了选择和启动键。

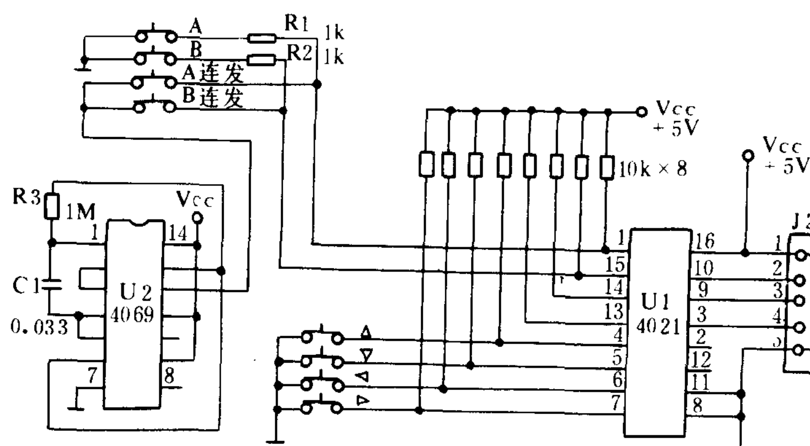


图 3.9.12 "小天才 IQ-301"副控制盒电路

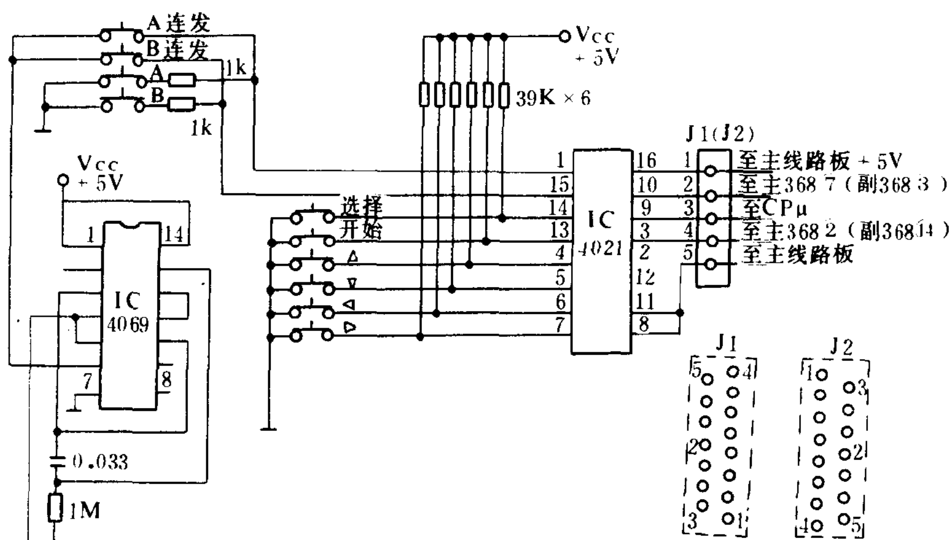


图 3.9.13 "小天才 IQ-501"控制盒电路

图 3.9.14 中,主控制器用了 U2 中的四个 CMOS 反相器,而图 3.9.15 中,副控制器用了 U2 中的五个 CMOS 反相器,因为它少用了一块芯片 U1 4021,但也少两个功能,这样可使总的成本下降,器件使用效率提高。U2 还闲置一个 CMOS 反相器,闲置反相器的输入端应接地,其它分析同前面一样。

任天堂 S-737 游戏机控制器中的芯片 4021、4069 各引脚在路电阻值如表 3.9.2 所示,这是用万用表 R×1k 档测量的。

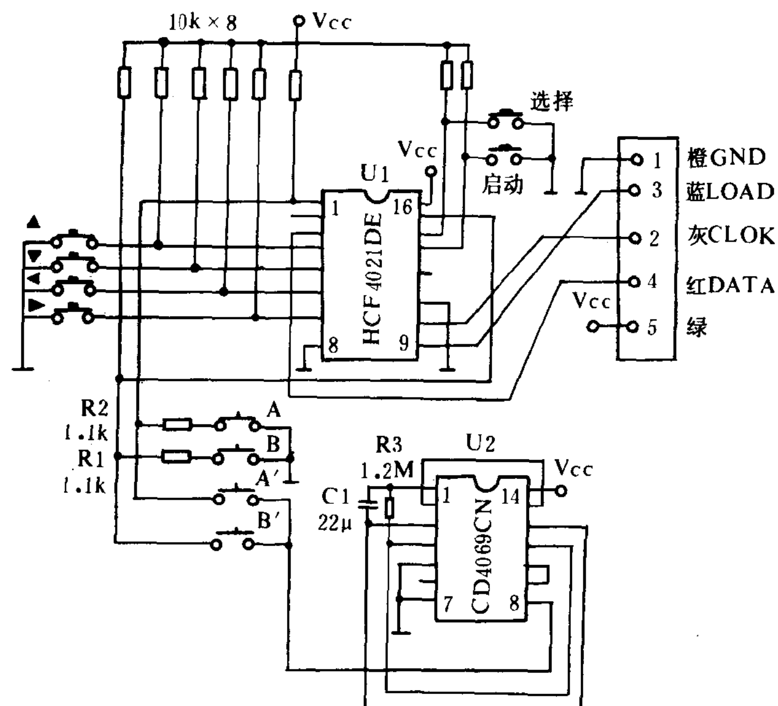


图 3.9.14　任天堂 S-737 型游戏机主控制器电路

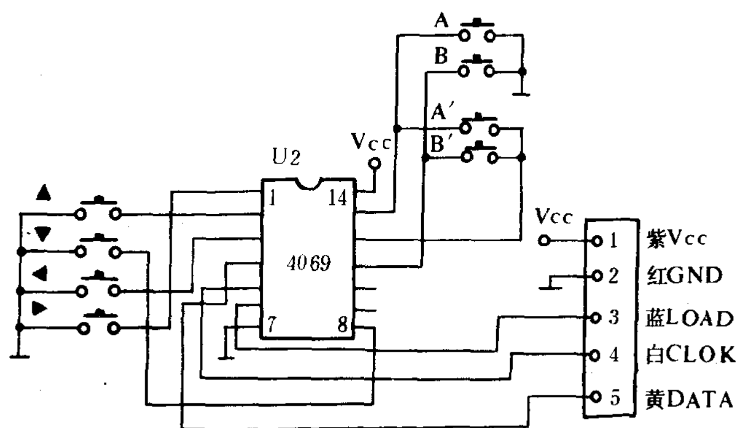


图 3.9.15　任天堂 S-737 型游戏机副控制器电路

表 3.9.2

型　　号	主柄 U1(HCF4021DE)副柄 U2(HCF4021DE)																
引脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
黑笔接地(kΩ)	3	3	3	3	3	3	3	0	3	2.5	0	3	3	3	3	1.5	
红笔接地(kΩ)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0	4.2	4.2	0	4.2	4.2	4.2	4.2	1.5	

续表

型　　号	副柄 U2(4069)																
引脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	13	14	
黑笔接地(kΩ)	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	1.5	
红笔接地(kΩ)	4	4	4	3	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	1.5	
型　　号	主柄 U2(CD4069CN)																
引脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	12	13	14	
黑笔接地(kΩ)	3	3	3	3	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	1.5	
红笔接地(kΩ)	4	4	4	4	0	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	1.5	

6. 世嘉(SEGA)五代 16 位家用电视游戏机控制器电路

世嘉(SEGA)五代 16 位家用电视游戏机,具有立体场景、图象逼真、彩色丰富、音色优美的特点;具有大型游戏机的效果。该机配有两只控制手柄,其外型结构和内部电路都完全相同,可以互换使用,所以无主、副之分。目前市场上世嘉机新配的手柄有“SEGA”和“HONEST”两种,“SEGA”手柄无连发键和“SLOW”开关,而“HONEST”手柄有连发键和“SLOW”开关。当然,“HONEST”手柄使用比较方便。图 3.9.16 为世嘉五代 16 位游戏机的控制器电路图,图中虚线部分在“SEGA”手柄中是没有的。

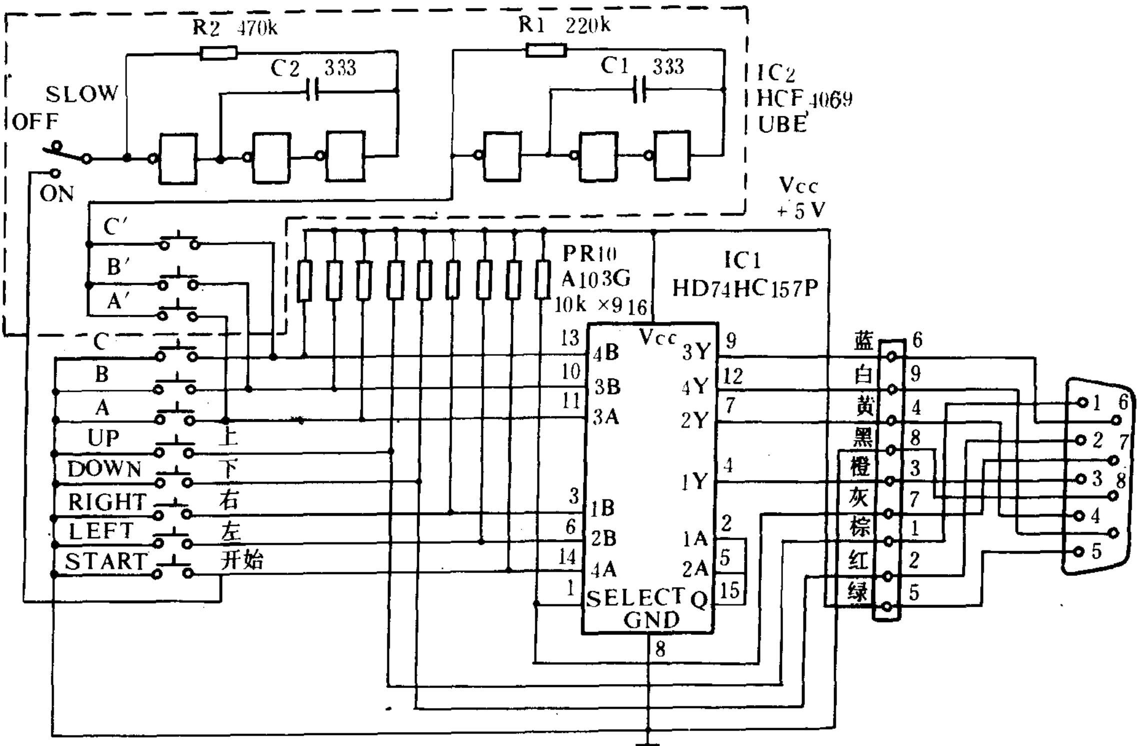


图 3.9.16　世嘉五代 16 位游戏机控制电路

图中使用的芯片 HD74HC157P(74LS157P)是一块四 2—1 线数据选择器/多路开关,其内部构造如图 3.9.17(a)所示,芯片符号(管脚功能)如图 3.9.17(b),它的功能表如表 3.9.3 所示:

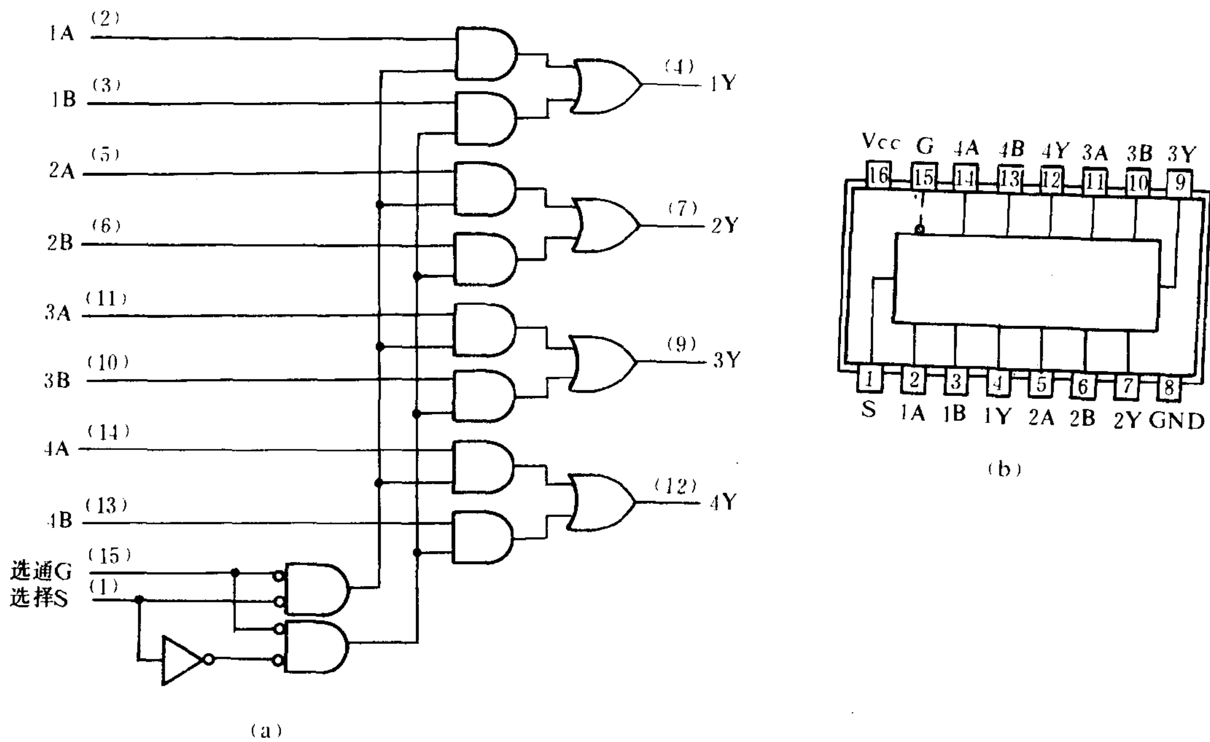


图 3.9.17　74LS157P 芯片

表 3.9.3

输　入　端				输　出　端
选通	选择	A	B	
H	X	X	X	L
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H

该机正常操作时,应当将控制手柄背面的"SLOW"开关置于"OFF"的位置。

附:终结者 S-500TM 控制盒电路(图 3.9.18)。

仿任天堂 HVC-001 游戏机控制盒电路(图 3.9.19)。

任天堂 CT-180 游戏机控制盒电路(图 3.9.20)。

任天堂红白机游戏机控制盒电路(图 3.9.21)。

四、控制手柄代换

表 3.9.4 列举了常用游戏机手柄外形及其特点。表中第 1、2、3、6、7 为五种常用的完全可以互换的控制手柄,代换后,对于某些游戏机可能失去话筒功能,某些游戏机增加了双速功能。当用第 6 种手柄代换第 1、2、3 种手柄时,先在手柄印板上找出 IC CD4021 的引脚⑪、⑬、⑨、⑩、⑯的接线点,然后对照表 3.9.5,接好电缆即可。

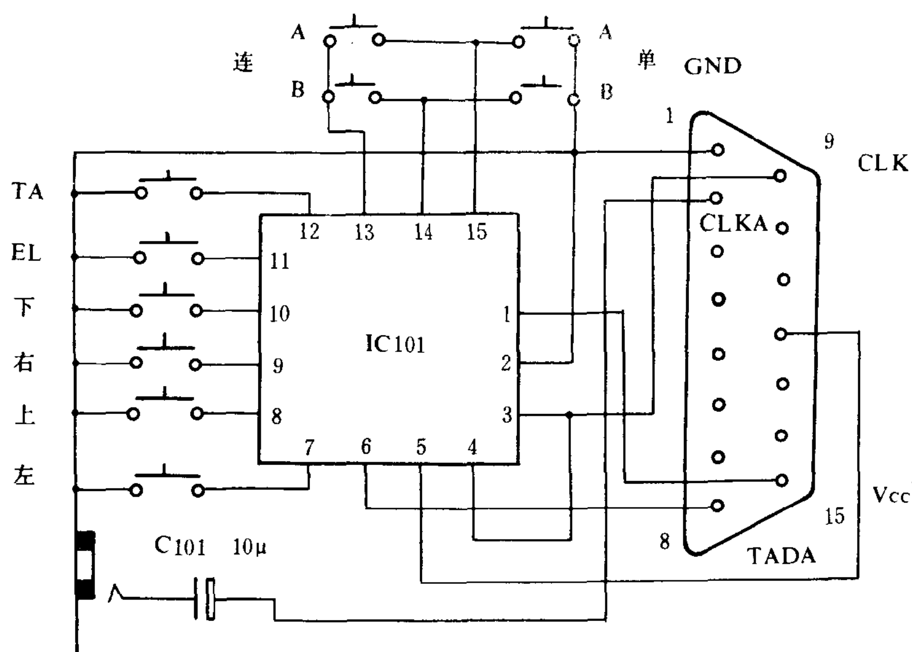


图 3.9.18　终结者 S-500TM 游戏机控制盒电路

表 3.9.4

种类		外　　形	特　　　　点
需要换手柄	1		单按钮带拨动开关(在种速度)改变速度不方便,且经常拨动易产生接触不良和擦坏印板走线: 用于任天堂红白机、灰白机
	2	MIC	单按钮带话筒:无加速按钮,玩某些游戏时不易过关,虽带有话筒,但作用不大,如有音乐伴奏卡,那么这种卡拉OK也许有趣. 用于任天堂红白机
	3		双按钮带话筒,功能最多,但加速按钮太小,使用不久则损坏按钮部,如改为圆按钮就更好. 用于任天堂JVC－001
	4	II手柄相同	摇杆式手柄:损坏率最高
优选手柄	5	II手柄相同	使用导电橡胶,用于溢龙7100机.
	6		双按钮,游戏者最爱使用,加速方便. 用于小天才IQ301、TM616小灵通　SNC－002
	7	II手柄相同	双按钮,II手柄均带有选择,启动键,有最好的手感。 用于小天才IQ501

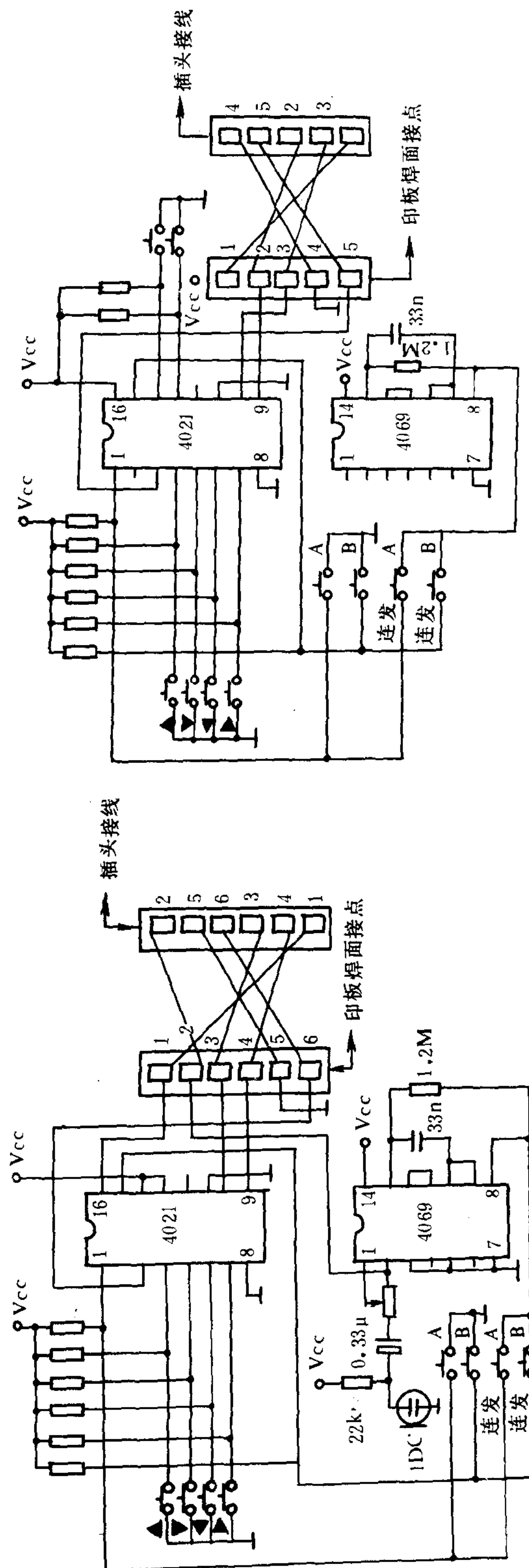
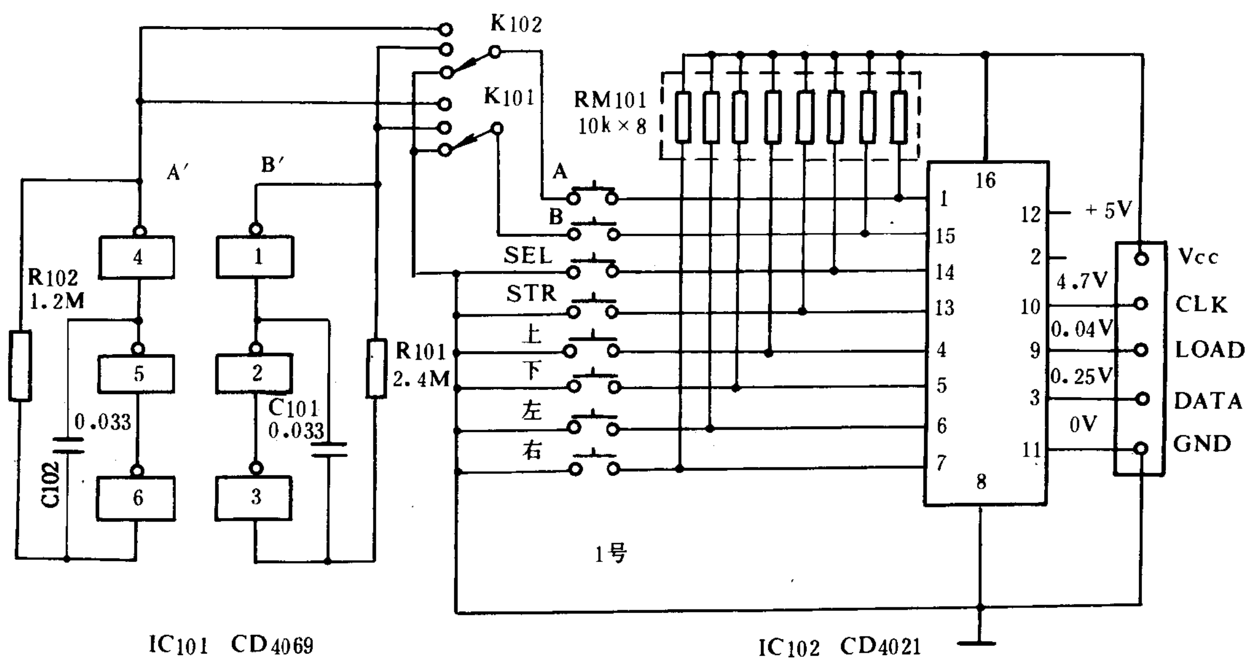


图 3.9.19 仿任天堂 HVC-001 游戏机控制盒电路



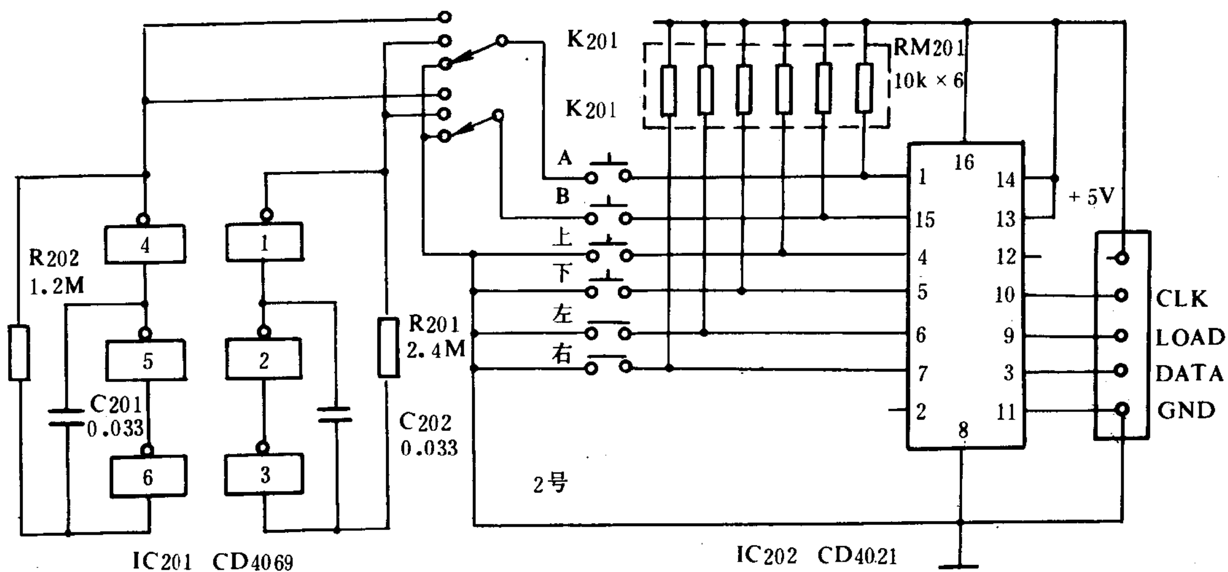


图 3.9.20 任天堂 CT-180 游戏机控制盒电路

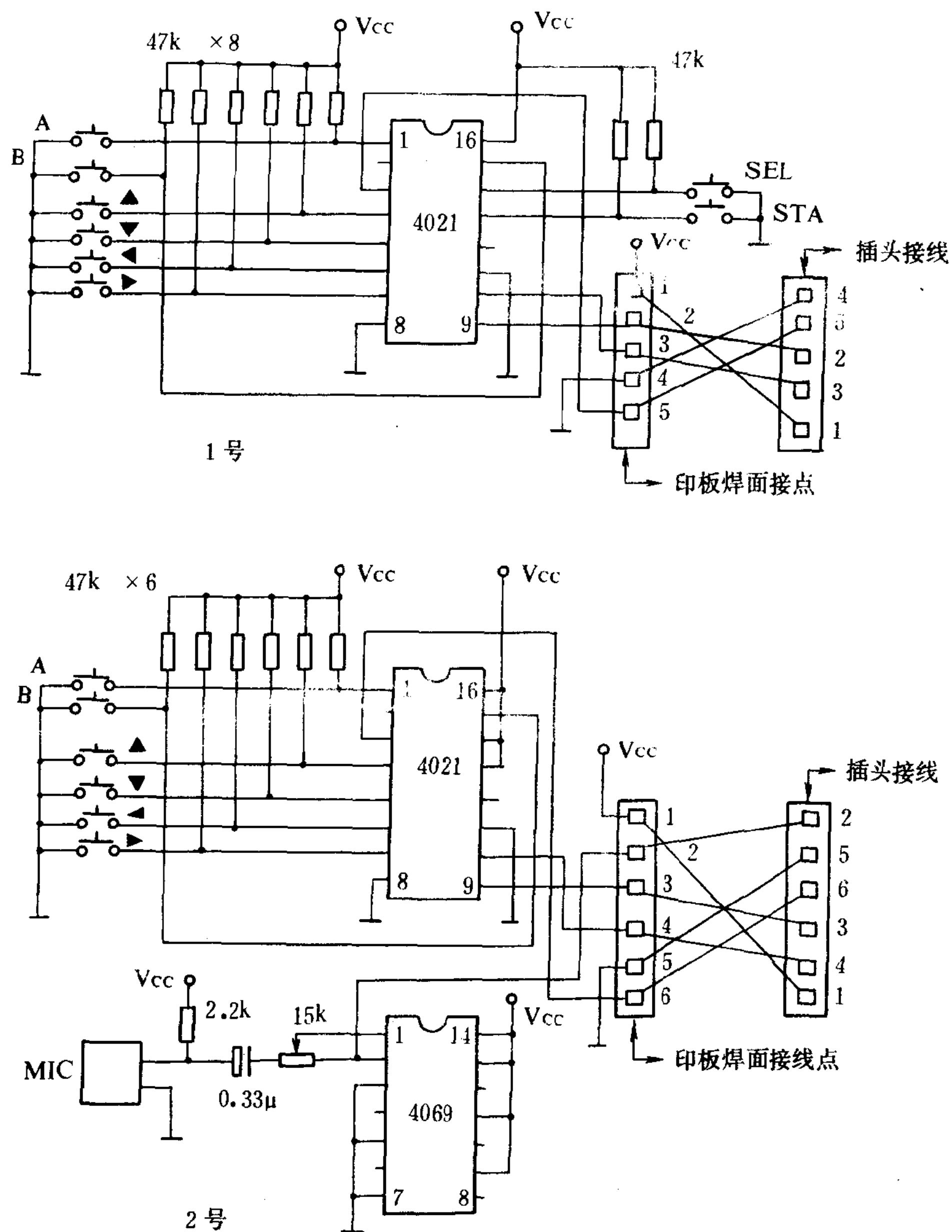


图 3.9.21　任天堂红白机游戏机控制盒电路

对于“小天才 IQ-501”机型，“小灵通 SNC-002”型游戏机，它们的手柄损坏时无需代换，仅更换它们的 15 线插头就可以了。表 3.9.6 为“小天才 IQ-501”游戏机的接线图，表 3.9.7 为“小灵通 SNC-002”游戏机的 15 线插头接线图。对于 2600 型游戏机，其操纵杆由摇把、控制盒、开关、插头和连接电缆等几部分组成，如图 3.9.22 所示，其中(a)为它的开关结构，(b)为按键线路图，(c)按键排列图。由于它的手柄容易损坏，可以按表 3.9.8 所指出的办法接线。

表 3.9.5

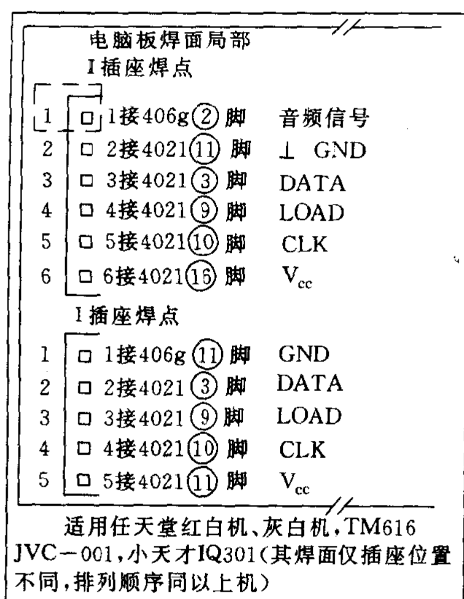


表 3.9.6

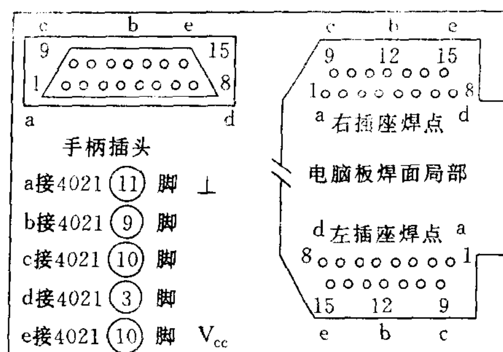


表 3.9.7

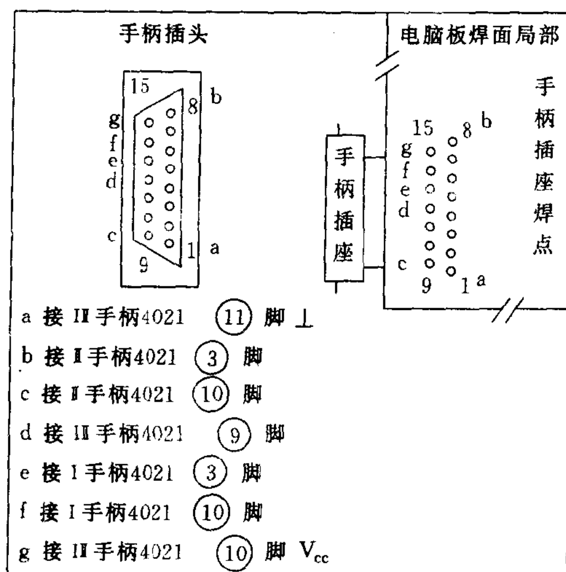
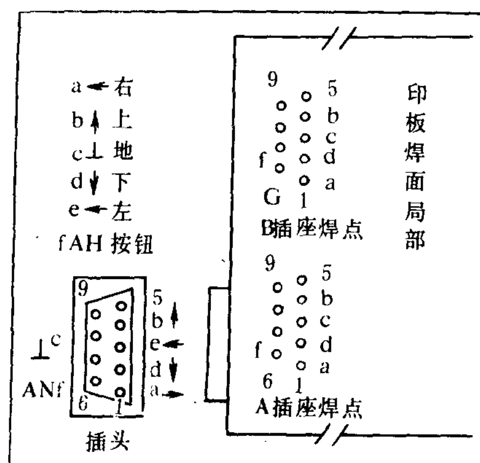


表 3.9.8



五、新颖辅助控制设备

最近十余年，许多新颖辅助控制设备纷纷问世，可以说它们为光电枪、键盘增添了新的活力。

1．“U作用”控制器

这是一种不用手的控制器，是布诺邦软件公司专门为任天堂游戏机设计的控制器。使用时，将这种控制器接在任天堂游戏机主机的扩充器上。“U作用”控制器的外形象个屏幕，上面布满了活动传感器。当游戏者进入“U作用”空间，不用操纵器就可以操纵荧光屏上主

角的动作，通过传感器和电路将游戏者的动作和速度转换为主角的游戏动作。

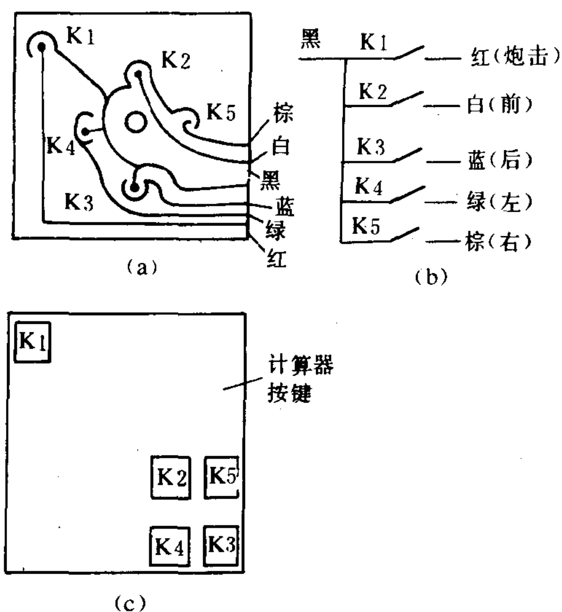


图 3.9.22 2600 型游戏机操纵杆

2. 无线自由操纵杆

常用的家用电视游戏机，它们的操纵盒与主机靠五根芯线连接，这样游戏者与电视屏幕间的距离受到限制，也容易使游戏者眼睛疲劳。无线自由操纵杆是克马利公司专门设计的操纵器，它通过红外线对连接在主机扩充口上的接受器发出指令，控制游戏。

3. 动力垫

这是任天堂推出的新产品，它可以利用游戏者的身体运动，例如在电视机前练习冲浪、旱冰、滑板、舞蹈等各种运动，来控制屏幕上的动作。

4. 动力手套

它由美国航天局推出，演变成为游戏机的控制器。游戏时将手套插入游戏机的扩充口上，然后用特殊的代码使主角和手指的动作建立联系，这样就可以用手指的动作操纵电视游戏。

§3.10 家用电视游戏机的节目卡电路

游戏节目卡是存放游戏节目程序和游戏的图象信息、声音信息的存贮器，它和游戏机既相对独立，又密不可分，是游戏机硬件与软件的统一体。作为硬件，游戏机内的存贮器(ROM,RAM)的电路类别、位数等要与主机一致，它的引出线数、排列顺序及游戏卡的几何尺寸要与主机相匹配；作为软件，它要受计算机语言的约束。

游戏节目卡按存贮器容量大小划分，当然其价格正比于卡的容量。通常一卡一个故事，但巨型节目就需要组合卡或黄金卡。游戏卡划分为：A 卡(24K)、B 卡(40K)、C 卡(48K)、D 卡(64K)、E 卡(80K)、F 卡(128K)、G 卡(160K)、H 卡(256K)八个等级。其中，“任天堂”卡的最低容量为 24K，“2600”游戏机节目卡容量为 4K。

一、游戏节目卡的结构及特点

游戏节目卡是一个 107×17×72(mm)的长方盒，它主要分为两大部分：第一部分是卡的塑料外壳，有前、后盖板两片，可用螺钉锁紧或用卡舌卡紧。外壳起保护作用，保护内部的印刷电路。第二部分是卡内的 60 插脚的印刷电路板，上面有几块 LSI，还附有二极管、三极管、电阻、电容、微型开关、甚至还有电池，如图 3.10.1 所示。

游戏节目卡内的存贮器有 ROM、PROM，早期的卡内装有 EPROM。通常，节目卡内的印刷电路板上装有两片存贮器，分别称为 IC1、IC2。IC1 是 ROM，主要存放游戏程序；IC2 是 VROM，主要存放图象、声音信息。上述贮存在 ROM 中的信息是在芯片出厂之前预先用掩模

的办法固定下来，固定后永久保存，永不丢失，即使出厂后用户也无法改变存贮在其中的内容，只能读出其中的信息，是固化的，称之只读存贮器。当游戏时，游戏机中的 CPU 按一定时间顺序读出存在其中的信息。

节目卡内存贮器的封装形式有两种：一种是有标准引脚排列，有严格几何尺寸的标准封装，称为硬封装。一种是用粘胶封在电路板上，呈扁圆状的简易封装，将引脚直接连在印刷电路板上，称为软封装。软封装的电路内部均已存有程序，不能再作改动或重写。如果是硬封装，则电路绝大部分是 PROM，为可写入存贮器，程序写入后也不能更改。还有一些是 EPROM，为可写可擦存贮器。

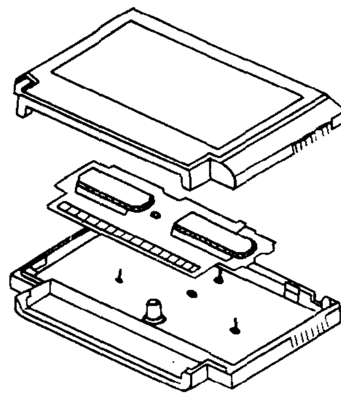


图 3.10.1 游戏节目卡结构

二、游戏节目卡电路

主机上有一个 60 管脚的插座，它们与节目卡中印刷电路板的正反两面各三十条印刷线相互连接，当节目卡插入插座后，节目卡上条引线便与主机上的总线相通，此时便与 CPU、PPU 芯片发生联系。

插座的管脚功能和节目卡电路如图 3.10.2 所示。

现将图 3.10.2 中节目卡插座各管脚功能说明如下：管脚①接地。管脚②～⑬、㉝～㉟为 A0～A14，是节目卡中 IC1(ROM)的十五根地址线。管脚⑭为 R/$\overline{W}$ 端，是 ROM 的读控制端，和 CPU 的管脚㉞相连，即当 CPU 的管脚㉞为 1 时，ROM 中的信息读出。管脚⑮为$\overline{IRQ}$，是中断请求输入端，和 CPU 的㉜引脚相连。管脚⑯接地。管脚⑰为$\overline{OE}$，和 PPU 的管脚㉔相连，其功能是节目卡中 IC2 VROM 芯片的片选信号，由 PPU 对 VROM 进行片选控制。管脚⑱～㉕、㊿～55为 PA0～PA12，是节目卡中 IC2 VROM 的地址线，它们与 PPU 的 PA0～PA12 相连。管脚㉖～㉙、57～60为 PD0～PD7，是 IC2 VROM 的八根数据线，和 PPU 的 PD0～PD7 直连，向 PPU 输送图象信息。管脚㉚、㉛接 +5V 电源。管脚㉜为 CK2。管脚㊱～㊸为 D0～D7，是节目卡中 IC1 ROM 的数据线接口，和 CPU 的管脚㉑～㉘直连，作为 ROM 向 CPU 传送数据的输送线。管脚㊹和 CPU 中 2/4 译码器 74LS139 的 2Y3 相连，当 CPU 的管脚㉛ RDY = 1，A15 = 1 时，2Y3 = 1，则选中节目卡中的 IC1 ROM，所以㊹作为 ROM 的片选信号。管脚㊺、㊻为 AU0、AU1，在节目卡插座中互连，分别引自 CPU 的音频信号输出端①、②和射频调制器的音频输入端，两脚短接，起音频信号的开关作用。未插入节目时，射频调制器的音频信号断开，防止噪音。管脚㊼为$\overline{DMWR}$，和 PPU 的管脚㉓VIDEO(R/$\overline{W}$)相连，在插座中空置。管脚㊽、㊾为 PGSEL、VRAMS，与 PPU 的管脚㉕$\overline{PGSEL}$相连，经反相后得到 PGSEL。VRAMS 接 VRAM6116 的⑱脚片选$\overline{CE}$端。在插座中，㊽和㊾互连，未插入节目卡时，由于 6116 的$\overline{CE}$ = 1，所以无图象信号输出，这样可以防止屏幕上出现杂乱的图象。管脚56为 PGSEL，和 PPU 的管脚㉕相连，作为 IC2 VROM 的片选信号。

进行游戏时，节目卡中的 A0～A14 十五根地址线、D0～D7 八根数据线与中央处理器 CPU 的 A0～A4、D0～D7 通过插座相连，而插座的㊹脚 ROMS 与 IC1 ROM 的管脚㉒OE 直连，当 CPU 的 A15 = 1，RDY = 1，则中央处理器电路内的译码器 74LS139 的 2Y3 = 1，反相后使 IC1 ROM 的$\overline{OE}$ = 0；因为 IC1 的$\overline{CE}$ = 0，所以游戏卡内 IC1 ROM 被选中。这样，IC1 中被确定了地

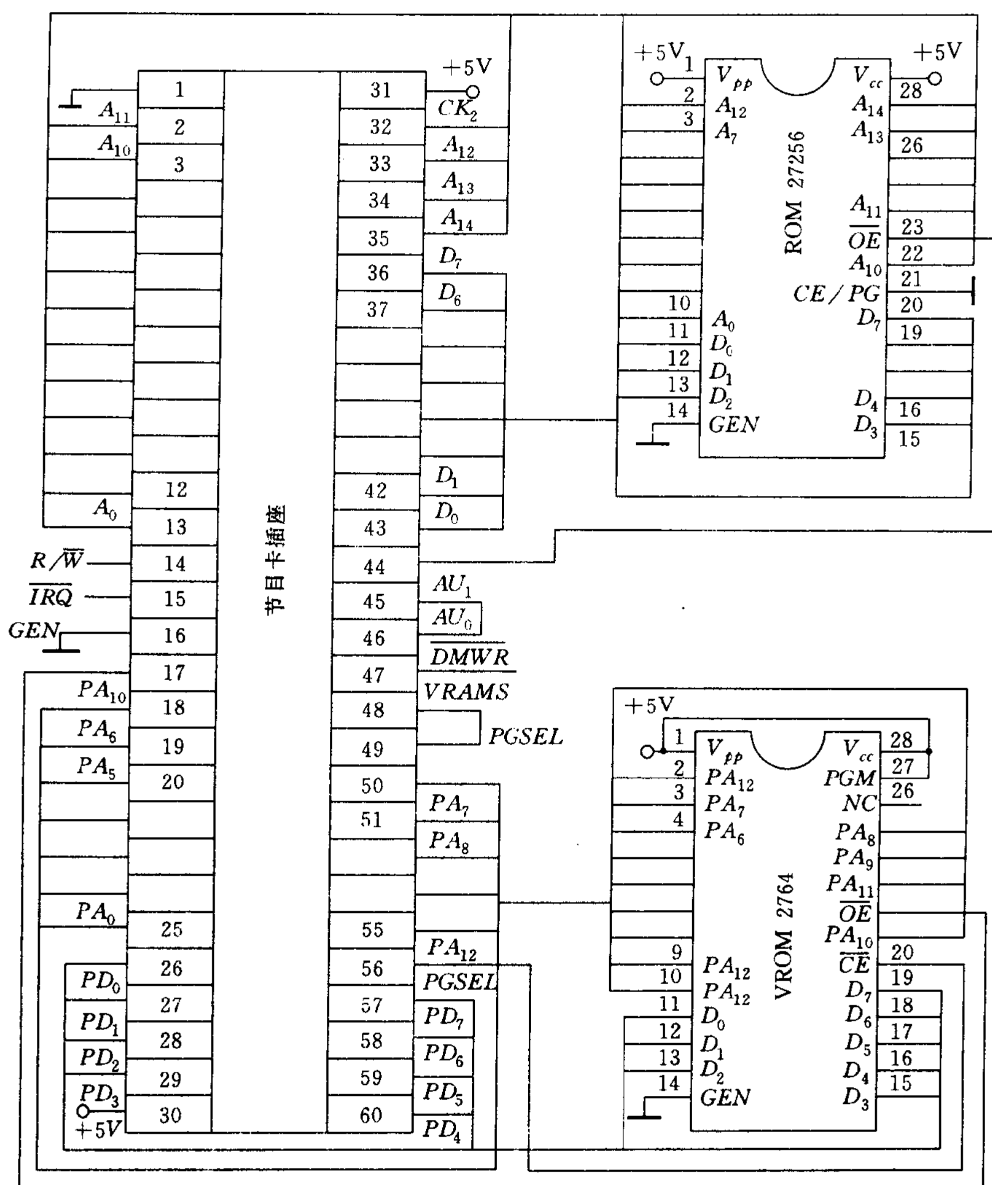


图 3.10.2 60 插座的管脚功能和节目卡电路

址的存贮单元中的数据被送上数据线，开始进行游戏程序。

游戏卡中 IC2 VROM 的选通、片选端为$\overline{\text{OE}}$和$\overline{\text{CE}}$，它们分别由 PPU 的$\overline{\text{DMOE}}$和$\overline{\text{PGSEL}}$提供。当 PPU 中的输出端$\overline{\text{DMOE}}=0$，且$\overline{\text{PGSEL}}=0$时，IC2 VROM 被选中，则 VROM 中的图象信息、声音信息被读出，送往 PPU 内进行处理，并转换成全电视信号输出，送给射频调制器进行处理。

三、游戏节目卡内存扩充电路

节目卡内 IC1 ROM 的地址线为 A0～A14 十五根，所以可以寻址的数量是 $2^{15}=32K$ 存贮单元。节目卡内 IC2 VROM 的地址线为 PA0～PA12，共计十三根，可寻址数是 $2^{13}=8K$ 存贮单元，两者加起来共 40K。40K 容量对于大型游戏节目是远远不够的，必须设法进行扩充。

扩充的办法有两种。一种是利用计算机技术中虚拟存贮器的方法进行扩充，这种方法

扩充范围较大；还有一种是在插座 PPU 之间加接一个二进制同步计数器，使原来的 VROM 的地址线从 13 根变为 15 根，从而扩充地址数 4 倍，使 VROM 的可寻址达到 32K。

四、内藏卡

所谓内藏卡，顾名思义是指游戏机本身内部就藏有的游戏卡带，英文名字为“Buildin”卡。当游戏机接上电源时，无需插入游戏卡，游戏机就能自动地转入其本身藏有的卡带节目，进行游戏。当然，如果需要依靠外界的游戏卡进行游戏，那只要您关掉电源，插入一卡，重新开机，那么游戏机又会自动地转入到您所新插的那一个卡的节目，与内藏卡无关。

第四章　手掌式液晶游戏机

手掌式液晶游戏机，亦称“手持式”、“掌式”、“袖珍”电子游戏机，顾名思义是便于携带，操作简单，价格便宜，易于普及。与家用电视游戏机相比，它无需连接电视机，不用电源适配器，具有液晶显示屏，利用干电池作为电源，握在手中即可进入游戏；体积小、重量轻、集全部视、听操作于一体，所以无论是在家中，还是外出旅游都十分方便，深受人们的欢迎。

手掌式液晶游戏机的型号有 GR88、GAME BOY、兰星、STACKING GAME 等，游戏内容主要是“摆砖块”——俗称“俄罗斯”方块。GAME BOY 袖珍式液晶游戏机，还具有短接控制插座，插入操作手柄，可供两人同时进行比赛或对抗性游戏；同时，它还备有游戏卡，可进行“太空入侵者”、“设障碍”等游戏。

手掌式液晶游戏机构造比较简单。这里，以日本产 STACKING GAME 型机为例，这是一种典型的“俄罗斯”方块机。它主要由控制板、语音芯片集成电路、大规模集成电路 MF-08、蜂鸣片以及液晶显示屏组成，所用电源为 3 节五号电池，其连接方框图如图 4.0.1 所示，图中，在大规模集成电路 MF-08 的下面，复盖了一块几乎同样大小的液晶显示屏(未画出)。

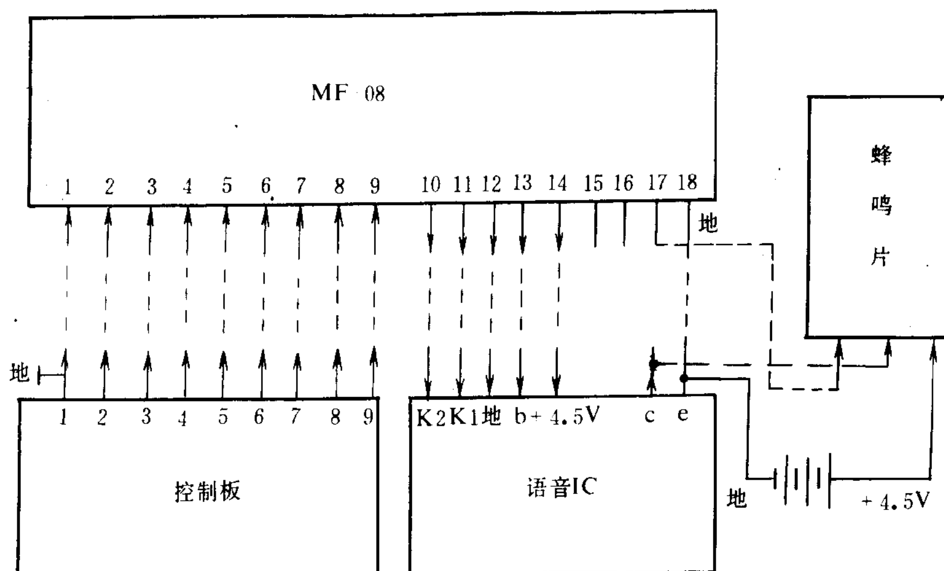


图 4.0.1　STACKING GAME 游戏机内部方框图

该机设有 8 个按键，即具备 8 种游戏功能，可以说，大部分“俄罗斯方块”机也都如此。这 8 种按键功能是：

ON/OFF：　开机/关机；

SOUND：　声音开关；

ROTATE ↓　：转动正在下降之方块，选择方块进行顺时针或逆时针的转动；

GAME A/B/▼：选择游戏 GAMEA 或 GAMEB/加速砖块下降速度；

LEVEL/◀：　　将正在下降方块向左移/选择游戏砖面层次；

SPEED/▶：　　将正在下降方块向右移动/选择游戏快慢速度；

START/PAUSE：游戏开始/游戏暂停；

RESET：　　　游戏重新从零开始，并取消所有记忆（注意凡加入电池后必须要按此键）。

使用该机时，应注意以下事项：

(1) 首先按动 ON/OFF 键开机；

(2) 再按 LEVEL 及 SPEED 键，选择游戏的难易程度；

(3) 按动 MODE 键，以选择 GAMEA 或 GAMEB；

(4) 按 START 键使游戏开始；

(5) 控制◀ ▶ ▼ 三个键，把下降中之砖块移动或下降到适当位置；

(6) 控制 ROTATE 键，使砖块转动到预定的方向；

(7) 游戏时，在液晶显示屏的右上方会预先显示下一个砖块的形状；

(8) 在游戏中途若需认真考虑或遇意外，可按动 PAUSE 键，使游戏暂停；而若在暂停后关机，则下次开机时会重新显示暂停前一切状态而能继续上次游戏；

(9) 进行 GAMEB 游戏时，单一方块具有穿透能力及发出特殊音效；

(10) 当砖块到达最高一行时，游戏便会停止；

(11) 当游戏在无声状态时结束，如要重新开始必须按 START→PAUSE·START 键才能继续；

(12) 当游戏机停止使用数分钟后，电源令自动关闭。

图 4.0.1 中，控制板端口 2～9 和 8 个功能按键相连，1 端口接公共地端，这 9 个端口通过一个软带接口和大规模集成电路 MF-08 的端口 1～9 直接相连。控制板的 9 个端口和 8 个按键以及地端的连接情况如下：

端口 1：地；

端口 2：ROTATE　↓；

端口 3：RESET；

端口 4：ON/OFF；

端口 5：SOUND；

端口 6：START/PAUSE；

端口 7：GAME A/B/▼；

端口 8：SPEED/▶；

端口 9：LEVEL/◀。

语音 IC 为 CMOS 电路，焊接时要注意烙铁的外壳要有良好接地，或者拔去烙铁的电源线利用烙铁的余热进行焊接，这样就可以避免语音 IC 有可能被外界感应电场击穿。该语音 IC 采用黑胶封装，黑胶封装的特点是将电路芯片直接封装在一块小印制线路板上。语音 IC 内部包含有振荡器，音符发生器、音效固定存贮器 ROM、乐曲随机存贮器等，是一块大规模 CMOS 专用集成块。外接电阻 220kΩ 决定集成块内部振荡器的振荡频率，外接三极管起音频功率放大作用。该机的音乐效果如下：

(1) 每填满一行则可以发音“好极了”；

(2) 砖块定位高度大于 13 层时则发音“来不及了”;

(3) 当连续出现 4 个方块而未填满一行时,则发出“加油啊,加油啊”的语音;

(4) 方块定位出现空隙时,发音“对齐啊”;

(5) GAME OVER 后发音“完了完了”,若分数低于 10000 分,则发出“你好苯啊”;在游戏进行中,当到达 10000 分时,奏 1 支乐曲以示庆贺。

(6) 第(2)到第(5)发生时,显示屏上的小孩便会手臂上举,嘴巴张开。

该游戏机的计分情况如下:

(1) 最高得分为 199900 分;

(2) 砌砖时,每砌一行:100 分,每一次砌 2 行:得 300 分;若一次砌 3 行:得 700 分;若一次砌 4 行,则可得 1500 分。

(3) 当砌满 100 行时,令奖励水果一个。

语音 IC 和蜂鸣片、大规模集成电路 MF-08 的连接可见图 4.0.1。MF-08 亦为一块 CMOS 芯片,其内部框图如图 4.0.2 虚线框所示。通电后,MF-08 芯片处于工作状态。当 8 个按键中某个键向下按动时,按键上的导电胶片与印刷线路板接通,线路导通,此时就产生一个脉冲信号送入 MF-08 内部的控制器,经译码后送入存贮器、运算器,进行运算、存贮、计分,同时输出信号至液晶显示屏、语音 IC、蜂鸣片。

图 4.0.2 MF-08 工作原理图

MF-08 共设 18 个端口,其中 9 个端口和控制板相连,6 个端口和语言 IC 相连、端口 17 通往蜂鸣片,端口 15 和 16 空缺。MF-08 芯片通过左、右两根导电棍(条)(或叫传导条)和液晶显示屏相连。传导条是一种导电连接器件,有圆形和方形,导电层电阻小于 2×10^3 欧姆,绝缘层电阻大于 1×10^{11} 欧姆。

图 4.0.3 液晶显示屏结构

传导条装在 MF-08 芯片和液晶显示屏的对应引出线之间,在左、右两边。MF-08 大规模集成电路输出到液晶屏上的各种控制信号,都是通过传导条的连接来传递。

液晶显示屏的结构示意图如图 4.0.3 所示,导电图形是在前后玻璃内侧经光刻制造的

原书缺页

原书缺页

§5.2 大型游戏机工作原理

大型游戏机工作原理框图如图5.2.1所示。现将各部分的构造和工作情况分析如下：

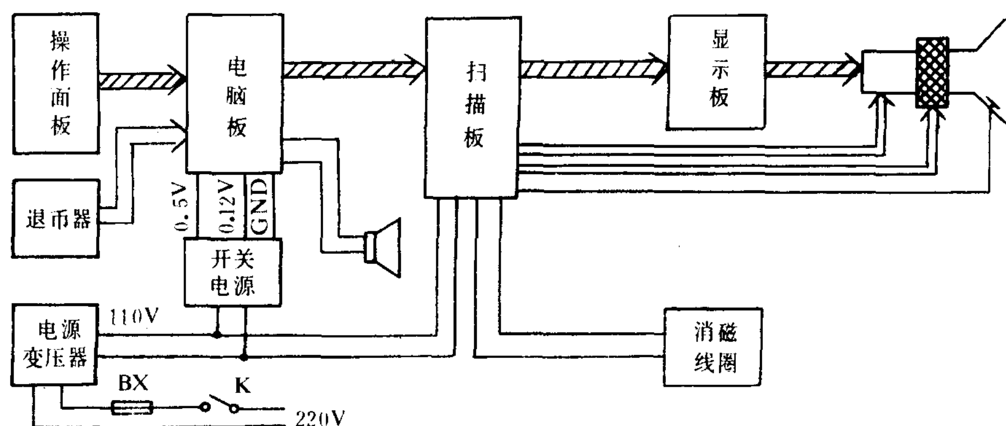


图5.2.1 大型电子游戏机工作原理图

一、电源电路

大型电子游戏机耗电量大，在它向电脑板供电时，要求电压稳定度高，受环境干扰小，与交流电网相互隔离，因此所用直流电源采用开关型直流稳压电源。开关电源输入电压有220V和110V两种，通常用一只微型拨动开关进行110伏/220伏转换。主要指标为+5V/10A，-5V/1A，+12V/1A。

为了防止干扰，开关电源安装在一个盒子里进行屏蔽，称之开关电源盒。开关电源盒大都从国外进口，常用的有"维亚"电源、"威达"电源等，其工作原理基本相同。

图5.2.2是大型电子游戏机开关电源原理图。该电源为自激调频式开关电源，由交直流转换电路，高频开关电路，隔离电路，直流稳压电路等组成。

F0为2A保险管，R1为开机瞬间的限流保护电阻，在开机瞬间C20、C21迅速充电，有一个很大的冲击电流，如不设法控制，则将保险丝熔断，R1的接入可将这瞬间的冲击电流限制在F0和整流桥二极管AG20B允许的范围内。C1、T1是输入低通滤波器，抑制交流电网与电源间的高频干扰。由于开关电源在正常工作时开关管Q1的集电极其脉冲幅值可高达400V～500V，脉冲中含有丰富的高次谐波，整流桥二极管AG20B对这些高次谐波是起不到隔离作用的。这样，当这些高频脉冲流回220V交流电网时，就会对其它用户产生高频干扰。T1串接在交流电源的的二输入线中，对有用的50Hz电源呈低阻状态，而对通道的高频信号呈高阻状态；电容C1为0.1μ/630V，对50Hz的电源呈开路状态，而对线路中传送的高频信号呈低阻状态，C1和T1一起作用，大大降低了高频信号的传送能力，使之难以通行。高次谐波通过输入电源线向外传送和辐射产生干扰得到抑制后，还可以通过主变压器的漏磁以及印制板的铜箔辐射，所以把开关电源安装在一个金属外壳内。金属外壳又是通过FG与C2、C3、C4相连，有效的隔离了从空间向外辐射的高次谐波，而外界的高频干扰也被有效隔离难以进入电源。W10、SW、C20、C21为桥式整流滤波网络，变交流电为直流电。SW为拨动开

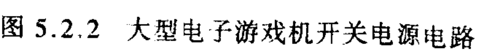


图 5.2.2 大型电子游戏机开关电源电路

关，当它闭合时，要求输入 AC 110V；当它断开时，要求输入 AC 220V。

电源接通后，C20、C21 迅速充电，电容两端电压迅速升高，通过 R5、R6 使 Q1 的基极电位随之升高。当 Q1 的基极电位升到 0.7V 左右时，Q1 由截止变为导通。Q1 导通后使主变压器 T2 的 n1 中的电流饱和，则变压器中的磁通不再变化，于是 T2 中的线圈 n3 阻止磁通增加的感应电动势消失，n3 上端的电位由低变高，高到某值时 Q4、Q2 导通。Q2 的集电极电阻为 150kΩ，这样使 Q2 进入深饱和状态，Q1 的基极电位变低，流过线圈 n1 的电流减小，变压器中的磁通也减小，此时线圈 n3 中产生感应电动势阻止磁通的减小，那么 n3 的上端必然要产生一个高电位，这就更加促进 Q4 导通，Q2 进入深饱和状态，从而使 Q1 可靠截止。当 n3 上端电位也变到 0V 时，那末又开始下一个 Q1 从导通到截止的循环。D5、C6、R4、R7、C7 为泄放网络，当 Q1 由导通变为关断时，T2 中线圈 n1 中贮存的能量可通过 D5、C6、R4 返回电源；通过 R7、C7 回地。如此，防止了因为 Q1 集极上可能产生的高脉冲电压损坏管子 Q1 的事故。D5 的作用还可以隔离直流电压加到 Q1 的集电极，又可以使返回电源的电流不受阻挡。D6、D7 两只串联二极管起保护作用，当 Q1 的基极电位一旦出现较大负压时，可箝止在 -1.4V，这样保护了 Q1 的发射结。

三极管 Q1 的射极电阻 R8、三极管 Q3、Q4 和 Q2 为过流保护电路。当次级出现过流时，流经 Q1 的脉冲电流相应变大，R8 上的脉冲电压也跟着增加，增加到某值时，Q3 的基极电位升高，使 Q3 导通。Q3 的导通，使 Q4 的基极电位下降。但是，Q3 导通后，对 Q1 的射极电流起了一个分流作用，当分流电流不太大时，Q3 的集极电位下降速度变慢，于是 Q4 的导通时间延迟，从而使开关频率变慢，引起次级输出电压下降，负荷电流减小，起到了过流保护作用。当负荷出现短路时，Q3 从 Q4 基极分流的电流就使 Q4 箝在关断状态，使振荡停止，于是负载上无输出电压。

开关电源的稳压过程是：当 +5V 输出电压升高时，在取样支路 VR1、R21、R22 上，取样分压电阻 R22 上的电位上升，与精密基准电压 Q5 LM431 比较，使光耦器 4N35 134J 的阴极电位下降，通过光耦合发光二极管的电流增大，发光二极管亮度增加，光敏三极管电流上升，脉宽调制管 Q2、Q4 等效阻抗降低，等效于 Q1 基极到地之间的电阻减小，从而缩短了它的导通时间，使升高的输出电压下降。反之，当输出电压下降时，上述过程作相反的调整，从而使输出电压稳定。如果输出发生过载，则 Q1 的射极电流增大，检测电阻 R8 上压降增大，当增大到一定程度时，使 Q3 导通，导致 Q1 基极电位下降，自动解决了过载问题。

+5V 的最大输出电流可达 10A，因此电路选用 π 型滤波，由 C23、C24 组成，C23、C24 均为大容量的电解电容，纹波电压被有效地控制在 50mV 的范围内。L 的加入是用于滤除高频谐波分量。图中，BYU32F 是一个半桥，在其两端并上 R13、C12 串联电路，其目的是：当 +5V 电源接有重负荷且有较大滤波电容时，那么在开机瞬间必然要承受一个较大的冲击电流，这一串联电路能起到对冲击电流分流的目的。半桥中的二极管以及 D3、D4 应选用快速恢复二极管或开关二极管。由于是三组直流输出而稳压控制点又只能选择一路输出电压，故为提高另外二路直流输出的稳压精度，接入了 7812、7905 两块三端稳压器。

开关电源工作在闭环控制状态，又工作在高压、大电流状态，较易损坏。为了方便维修，这里附录了“威达”开关电源原理电路图（见图 5.2.3）“维亚”开关电源原理电路图（见图 5.2.4）。

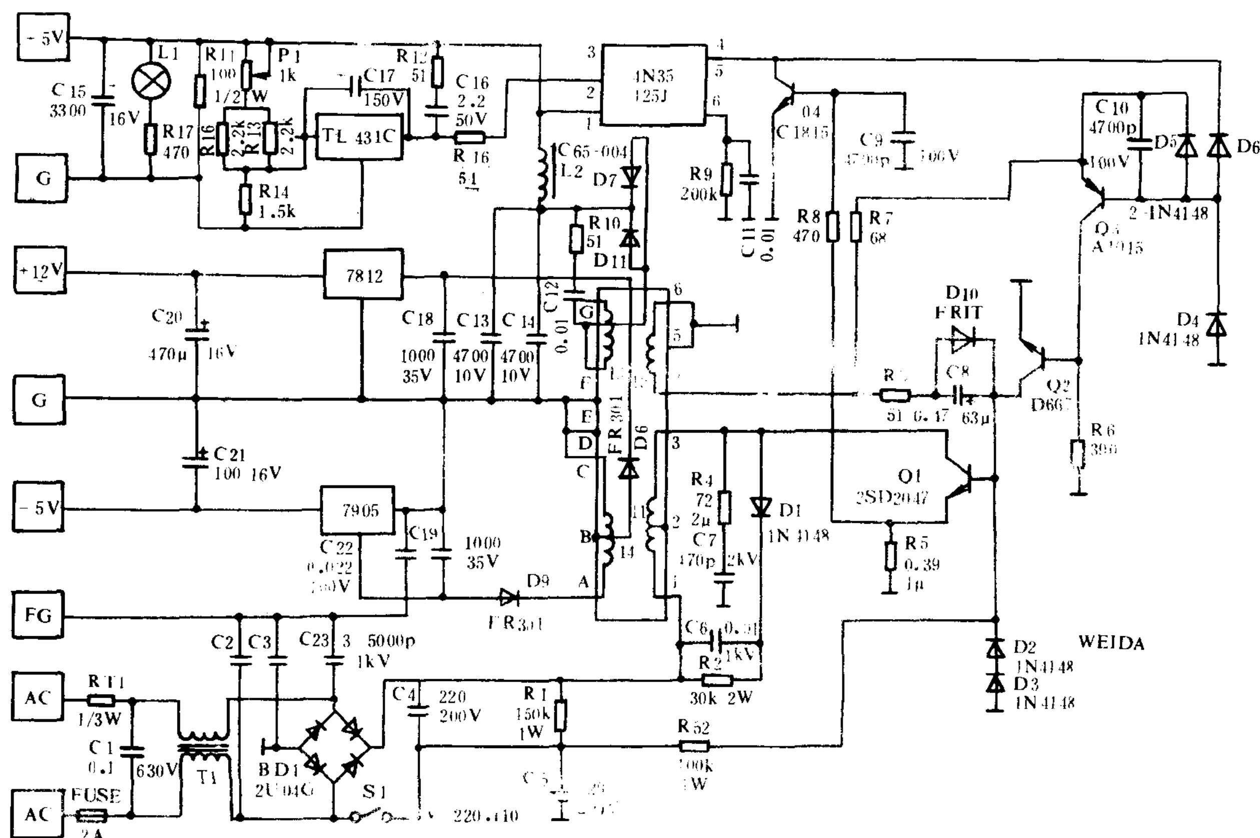


图 5.2.3 大型电子游戏机“威达”开关电源电路

二、电脑板电路

大型电子游戏机中的电脑板，有的使用一只 CPU，所谓单 CPU，一般使用 Z80A、6502、8080、808 等；有的则使用两只 CPU，所谓双 CPU 使用 Z80A、68000 等。

电脑板在研制和开发过程中，大量应用了可编程逻辑器件 PLD，如：PAL16V8、PAL20V8、GAL16V8、GAL20V8，这是因为：PLD 器件具有加密功能，电脑板保密性能极强，如维修或仿制电脑板是非常困难的；使用 PLD 器件，可简化和缩短系统开发过程，减少元器件数量，简化印制板电路设计，提高系统可靠性。

电脑板一般采用 MOS 器件，所以很容易受静电影响而损坏，要注意防静电。在检修过程中，要保证烙铁不漏电并且接地良好。电脑板接地导线应用双股导线，以保证接地电阻极小。在通电过程中，不要用手触摸电脑板上的器件，同时应避免强烈光线直接照射电脑板。

大型电子游戏机电脑板的原理方框图，如图 5.2.5 所示。

下面，把各个基本单元的功能、简单构造加以分析。

1. 中央处理器(CPU)

中央处理器的作用不需赘述。但要说明的是：如果是双 CPU 结构，那末伴音和图象处理的功能是由两个 CPU 分别承担的，这样就大大增强了伴音和图象的处理能力。在双 CPU 结构中，通常 Z80 处理存贮器中存放的音乐程序和数据，通过电子音乐发生器及音乐合成通道到功放电路；MC68000 处理存贮器中存放的图象程序和数据。Z-80 为 8 位微处理器，

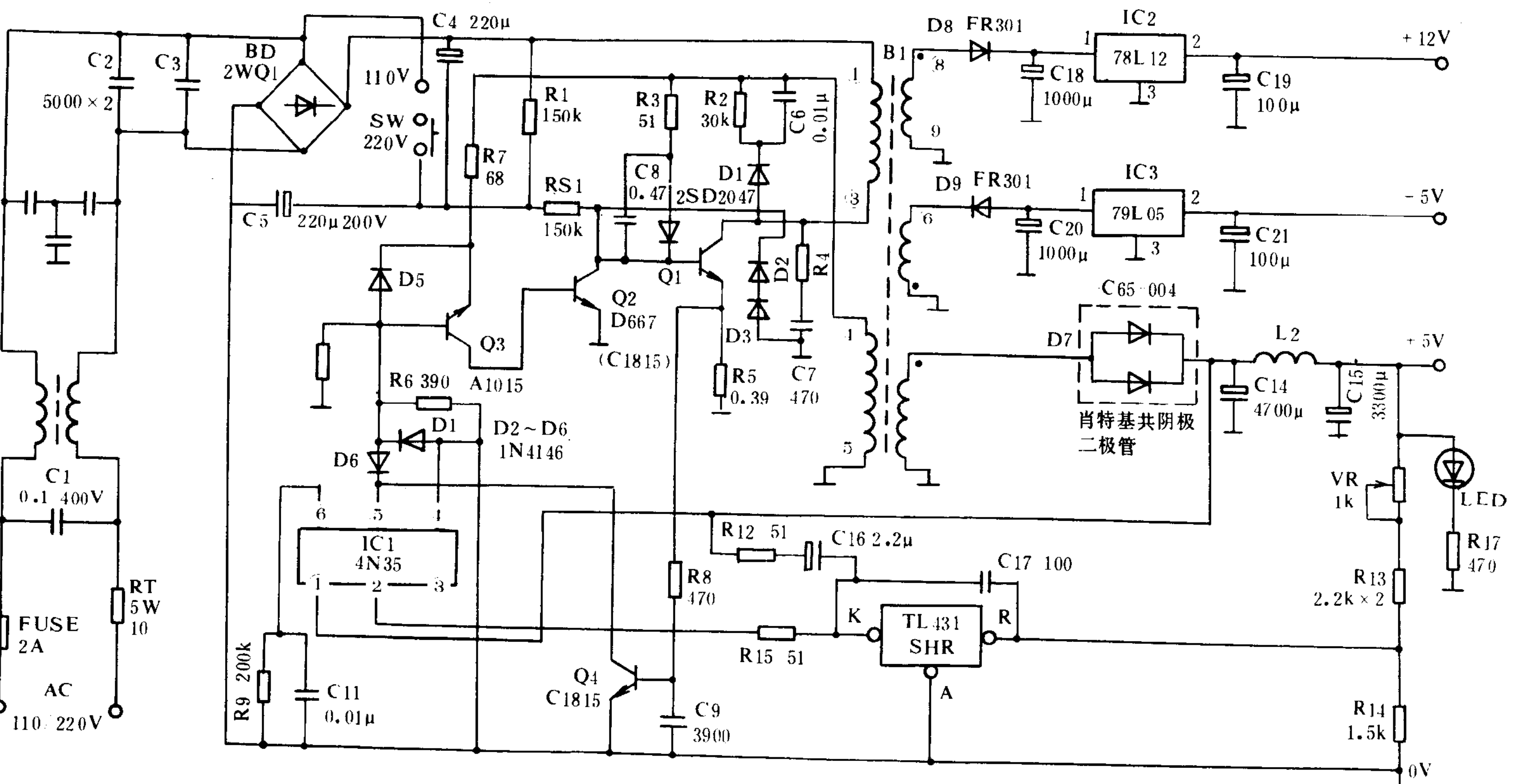


图 5.2.4 大型电子游戏机“绘亚”开关电源电路

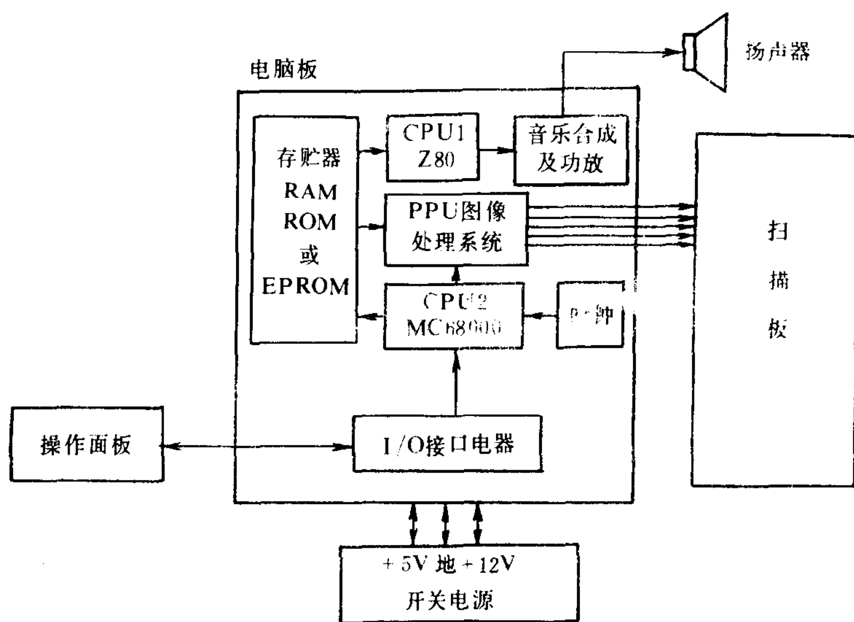


图 5.2.5 大型电子游戏机电脑板电路方框图

MC68000 为 16 位微处理器，它们的内部结构和芯片引出脚功能，可见第三章图 3.3.10 和图 3.3.16。

2. 图象处理电路

根据 CPU 的指令，适时处理游戏过程中的图象信息，输出图象的红(R)、绿(G)、蓝(B)三色信号和同步信号(S)。

3. 音乐合成及功放电路

主要由程控音源 IC 和音频放大器组成。音源 IC 最常用的型号是美国 GI 公司生产的 AY-3-8910 和 AY-3-8912，为 40 脚双列直插式封装，内部设三个独立的可编程模拟输出通道，用软件控制每个通道的音调、包络、音量等，产生各种音乐旋律、枪声、爆炸声、模拟人说话声和各种动物叫声等，通过④、③、㊳脚输出。另外它还有两个 8 位 I/O 接口，通过它们可适时产生并输出各种声音信号，经音频放大器放大后从电脑板插头引脚⑲输出送至喇叭。

图 5.2.6 是大型电子游戏机《麻将机》的声音合成及功放电路图。其工作过程分析如下：

HTC-3567(μM3567)的管脚⑱、⑲分别输出音乐声音和音乐节奏，经过 RC 电路送至两单元运放 HA17358③脚，经运放处理后由电解电容器送往音量电位器 R_P；同时，电子音乐发生器 YM2149F 产生的音响效果也加到 R_P 上，再经过 5.8W 单声道音频功率放大器 μPC1242H 的放大，由它的引脚⑥输出到喇叭。

4. I/O 接口电路

一般使用 74LS240、74LS244、74LS245、74LS273 等总线驱动器组成输入接口电路，如图 5.2.7 所示。

当"中拳"、"发射"，"投币"等键按动时，在 A_i 上产生低电位；未按的键处，对应的 A_i 为高电位，M=1，信号由 A 组传向 B 组，于是控制信号通过它挂在数据总线上。输出接口电路

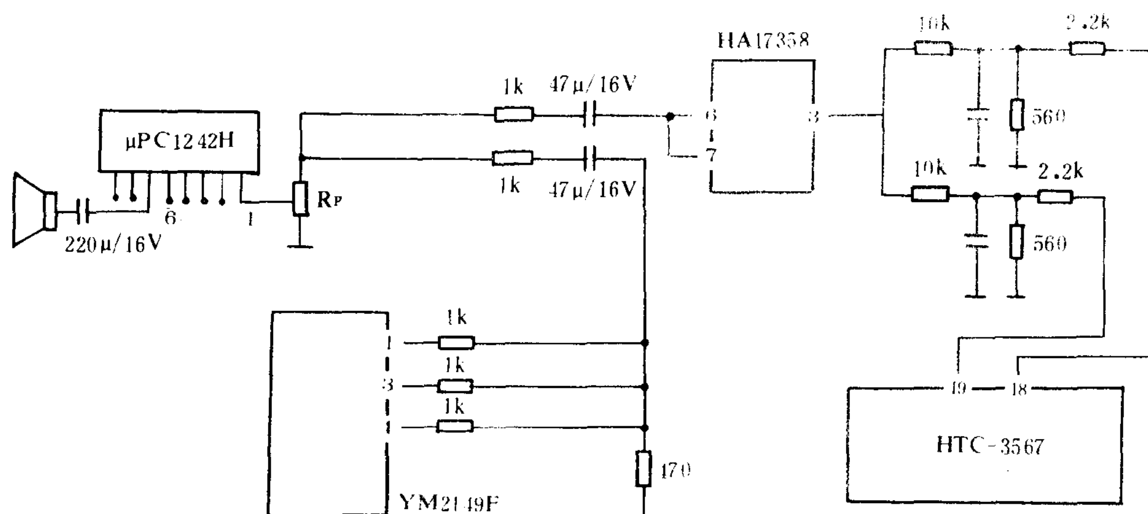


图 5.2.6 大型电子游戏机《麻将机》的音乐合成及功放电路

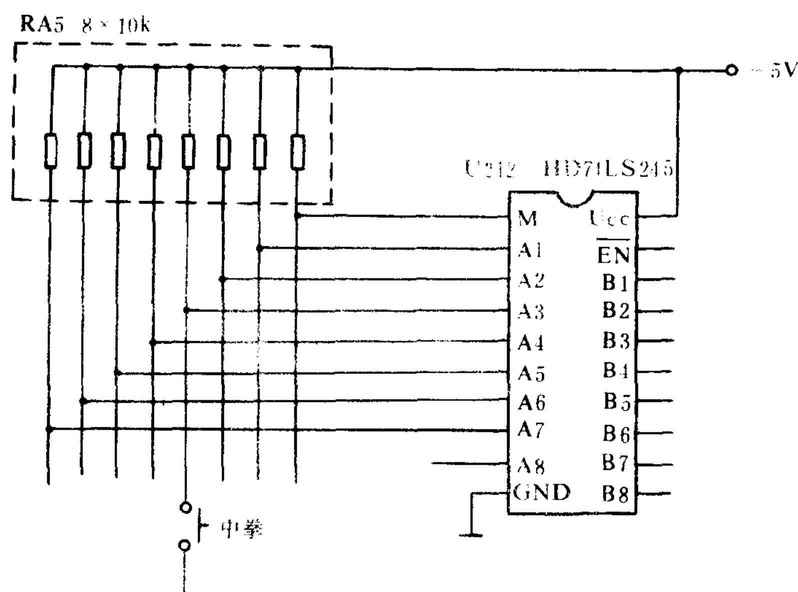


图 5.2.7 大型电子游戏机输入接口电路

一般由锁存器和光电耦合器构成，将信号锁存和隔离处理后输出。

5. 存贮器

在家用电视游戏机中，存贮游戏程序和数据、伴音和图象数据等的存贮器安放在游戏节目卡中，是独立存在的。在大型电子游戏机中，存贮器包括 RAM、ROM、EPROM，它们分布在印制板中靠近 CPU、PPU 和音频处理器的位置。通常，程序存贮器在 CPU 附近，图象数据存贮器在 PPU 附近，而音频数据存贮器在音源 IC 附近。

6. 时钟电路

采用石英晶振电路，从 68000 引脚⑮、Z-80 引脚⑥送入。

三、扫描板电路

大型电子游戏机扫描板电路方框图如图 5.2.8 所示，它由六部分电路组成：(1) 稳压电

路，其输出直流电压供视放、行、场扫描电路用；(2) 预视放和末级视放电路；(3) 行、场扫描电路；(4) 行输出电路；(5) 场输出电路；(6) 消隐电路。图 5.2.9 是它的电原理图；附录了中华牌大型电子游戏机扫描电路板电路见图 5.2.10 和 LY 系列大型电子游戏机扫描板电路见图 5.2.11；大型电子游戏机"威达"210/220 扫描板电路(见图 5.2.12)以及大型电子游戏机"维亚"扫描板电路(见图 5.2.13)。

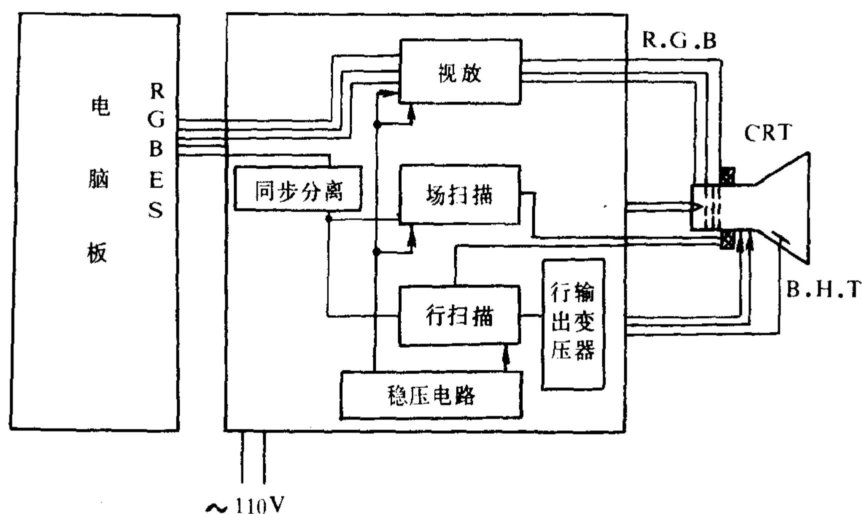


图 5.2.8 大型电子游戏机扫描板电路

下面将大型电子游戏机中扫描板电路各部分单元的功能、工作过程作一简单介绍。

1. 稳压电路

稳压电路框图如图 5.2.14 所示，具体电路可见图 5.2.9 的左下角。交流 110V 电源输入后，经保险丝 F501、F502 后送至由 D501～D504 组成的桥式整流电路，再经 R506、C505 滤波后，输出约为 150V 左右的波形较为平坦的直流电压。BG501 和 BG502 组成串联式稳压电路。其中 BG501 为取样放大管，BG502 为调整管，W503 为取样微调电位器。图中稳压管支路组成基准电压。该电路输出为 +115V 的稳定直流电压。

在电源输入端跨接热敏电阻和消磁线圈相串联的支路，在开机瞬间，加在热敏电阻上的电压较低，热敏电阻仅为 47Ω，所以流过消磁线圈的电流较大，产生一个对荧光屏消磁的交流磁场，对显像管进行瞬间消磁。之后，加在热敏电阻上的电压迅速上升，当达到 110V 以后，该电阻升至 140Ω 左右，这样，流过消磁线圈的电流减少，不影响荧光屏的图象显示。

2. 行扫描电路

在图 5.2.9 中，行扫描电路由 BG401～BG403 组成，BG401 为行振荡管，BG402 为行推动管，BG403 为行输出管。

3. 场扫描电路和消隐、同步分离电路

在图 5.2.9 中，场扫描电路由 BG301～BG304 组成，BG301～BG302 为场振荡部分，BG303～BG304 为场输出部分。D404、R417 和 C417 组成消隐电路；BG201 为同步分离管，电脑板的复合同步信号 S 经 R201、C201 送至 BG201 的基极，经 BG201 分离出行同步信号和场同步信号。

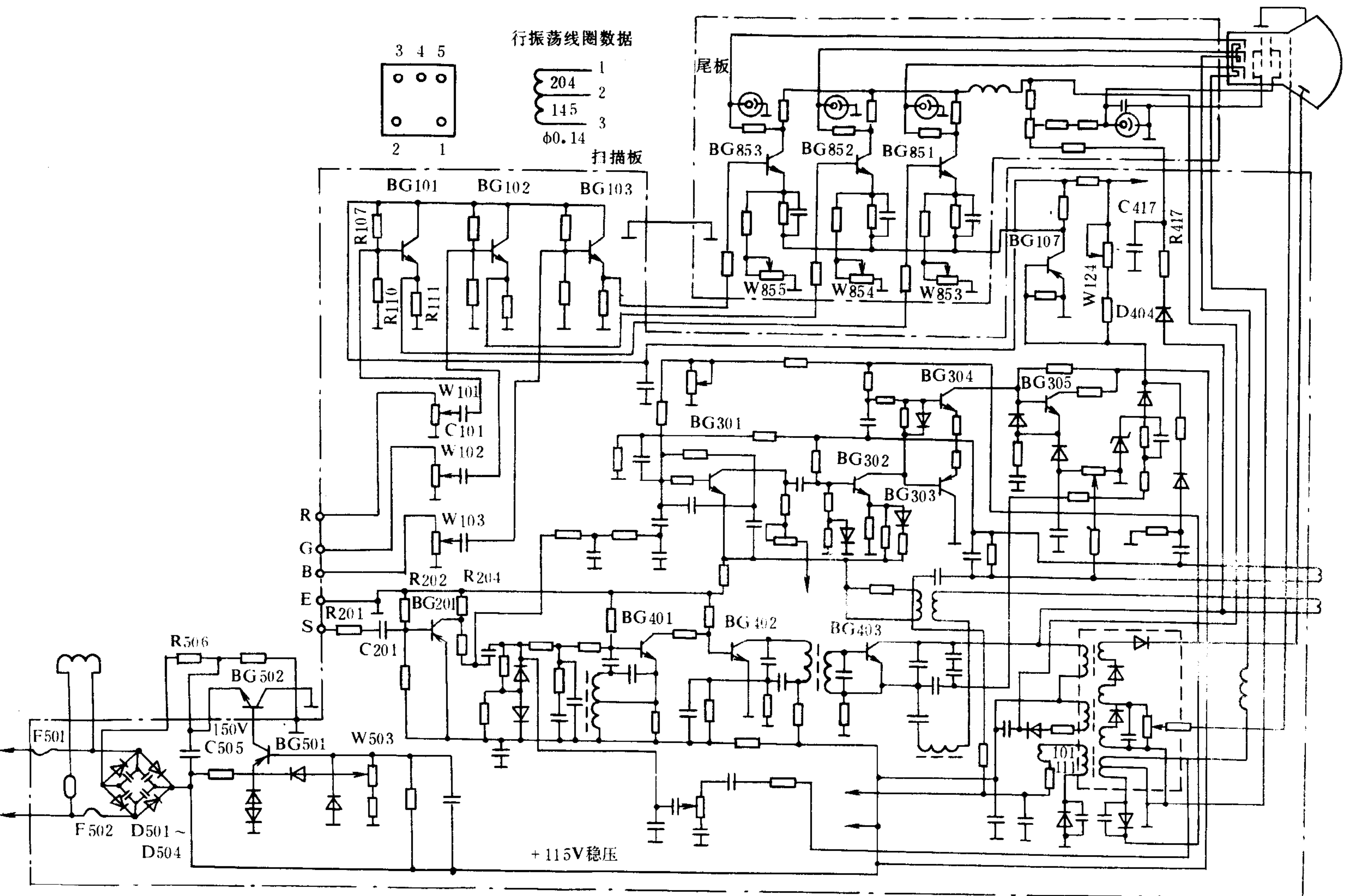


图 5.2.9 大型电子游戏机扫描板电原理图

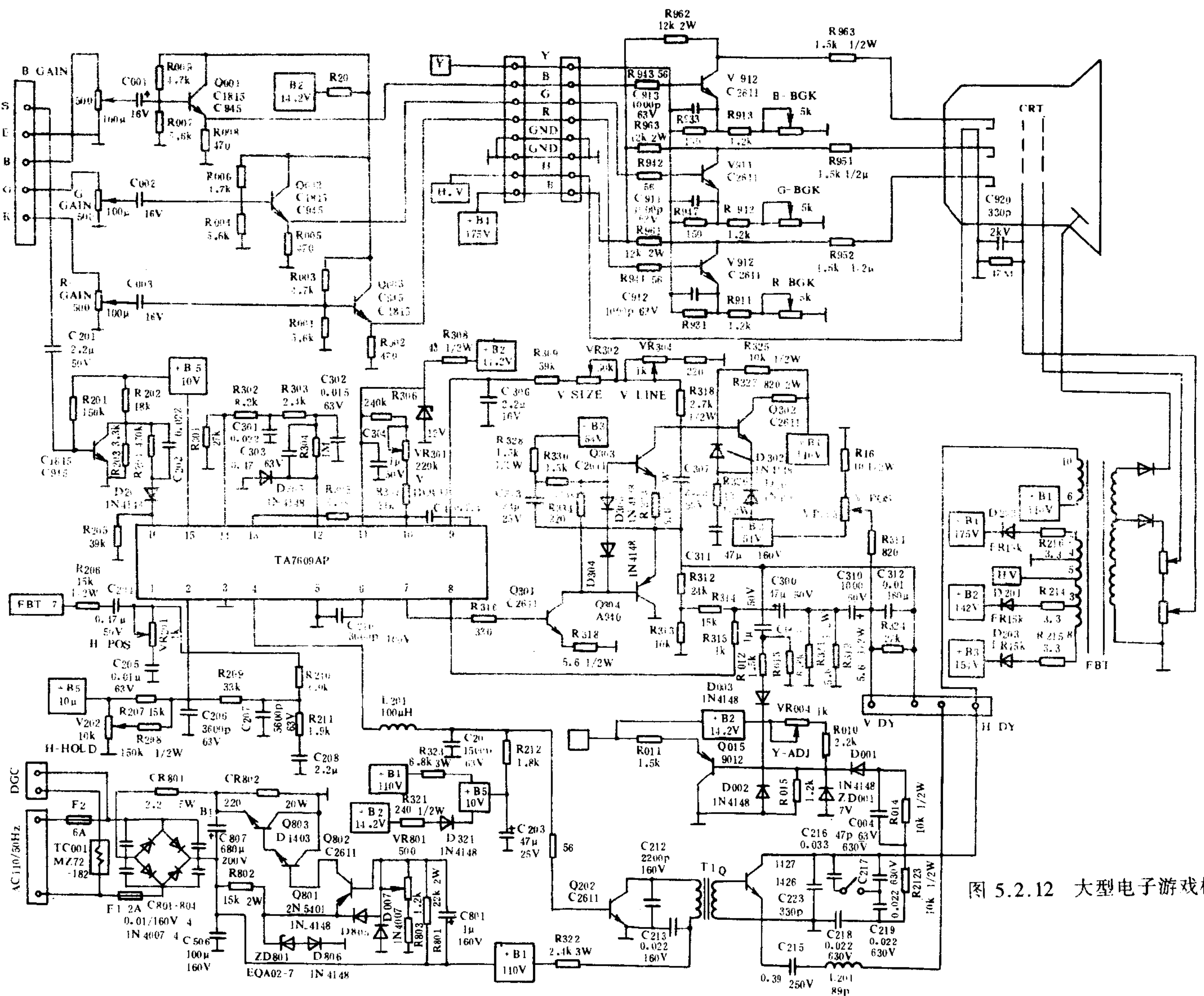


图 5.2.12 大型电子游戏机"威达"210/220扫描板电路

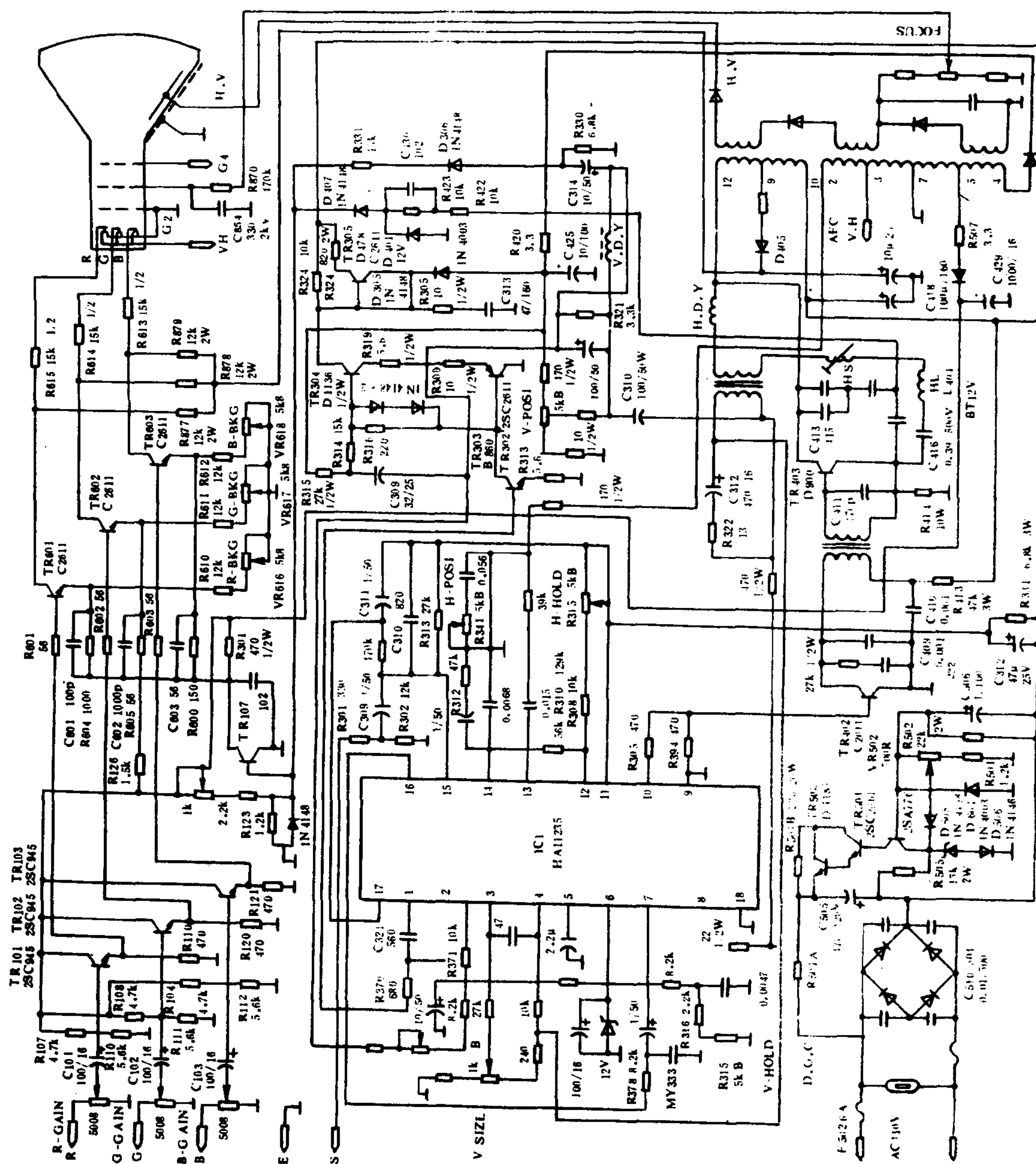


图 5.2.13　大型电子游戏机"维亚"814/820/822 扫描板电路

在图 5.2.11、图 5.2.13 所示扫描板电路中，采用了新型集成电路扫描板，和分立元器件组成的扫描板电路相比，它具有许多优点：

(1) 行、场振荡级用施密特触发器和单个定时电容组成，频率稳定；

(2) AFC 用双差分模拟乘法器作鉴相器，灵敏度高；

(3) 行同步捕捉范围和同步保持范围增大，在场消隐期间不会产生图象顶部扭曲；

(4) 场振荡与场锯齿波形成级分开，克服了分立元器件电路场频调节与场幅调节相互

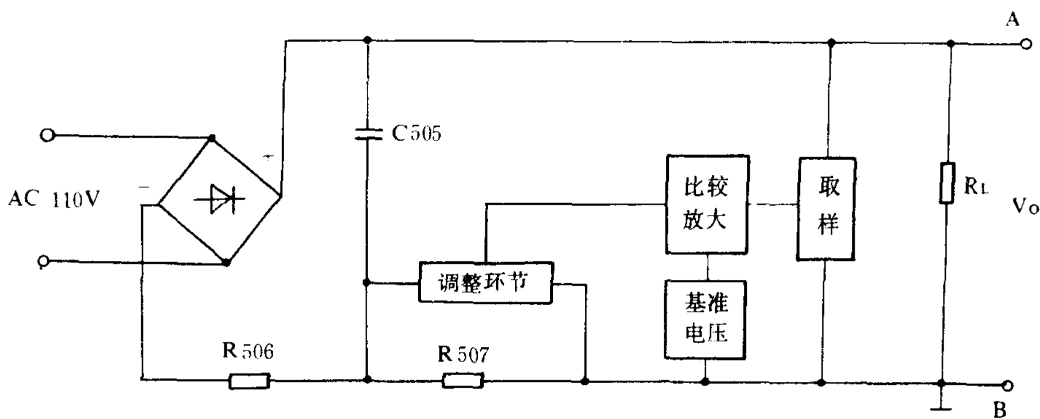


图 5.2.14 稳压电路框图

牵制的缺点。

图 5.2.15 重画了图 5.2.11 中的由集成扫描电路 HA11235 构成的外围电路，图 5.2.16 是 HA11235 的内部构造及引脚功能图。HA11235 芯片的功能为：同步分离，行 AFC 鉴相，行振荡，行预激励放大，场振荡，场预激励放大等。现简单分析如下：

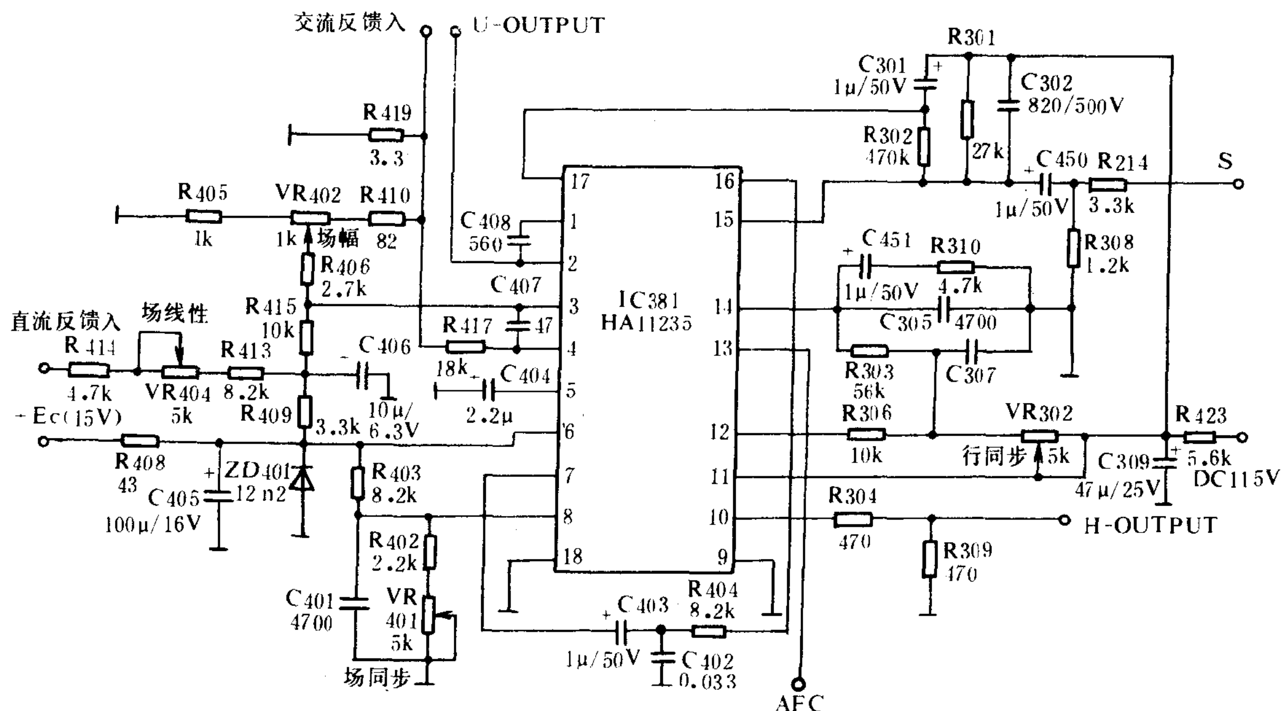


图 5.2.15 HA11235 的外围电路

电脑板送来的复合同步信号 S，经电阻 R214 和 R308 分压，由电容 C450 耦合到 IC381 HA11235 的管脚⑮进行同步分离。在芯片内部，经二次同步分离后，S 信号的一路加到 AFC 鉴相器；另一路由芯片引脚⑯输出，再经电阻 R404、电容 C402 积分，分离出场同步信号通过 C403 耦合到芯片引脚⑦。电位器 VR401、VR402、VR404 分别调节场同步、场幅、场线性。电容 C404 为定时电容，连接 HA11235 的⑤脚处，场振荡器通过它的充放电形成锯齿波电压，再经场预激励放大后从引脚②输出到 Q401 场推动级。为了提高输出效率，场输出电路采用了

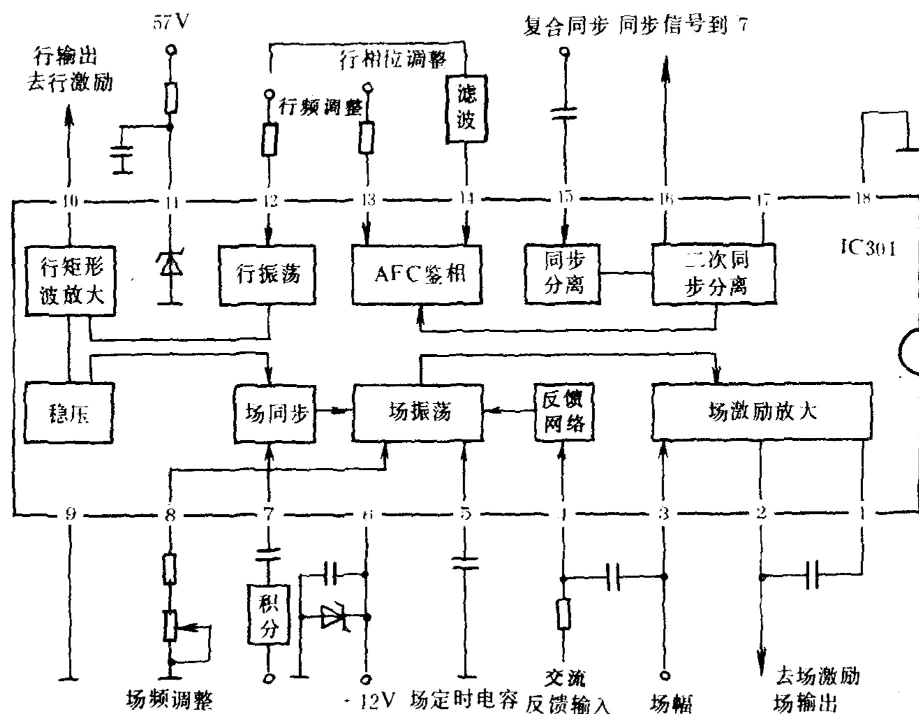


图 5.2.16 HA11235 内部构造及引脚功能图

双电源 OTL 电路(见图 5.2.11)。行输出变压器 EHT 的⑦输出行逆程脉冲,经 R308、C310、VR301、R305、C308、R401 积分电路,再经 C306 隔直耦合,从 HA11235 芯片的引脚⑬处输入 AFC 鉴相器作比较电压。调节 VR301 可以改变积分常数,使图象在水平方向移动。AFC 鉴相器输出的误差电压由 HA11235 的⑭脚输出。经 C451、R310、C305、R303、R306 组成的滤波器送回⑫脚,以自动校正行频。行振荡器输出的行频锯齿波,经整形、放大变成行频方波,由芯片引脚⑩送往行激励和行输出级。

4. 视放电路

在图 5.2.9 中,BG101 ~ BG103 分别组成 R、G、B 三基色信号的前置放大级,三基色放大电路的结构是相同的,现在以 R(红)基色信号视频放大电路为例进行说明,图 5.2.17 所示为它的电路构造。

从电脑板输出的红(R)基色信号经 C101 耦合到射极跟随器 BG101 进行视预放,以便有足够的电流驱动末级视放管的发射极加有消隐信号,以保证逆程期间消除回扫线。BG101 虽然无电压增益,但它能在红色信号输出级与电脑板之间起隔离作用,保护电脑板的 IC 免受输出级反峰电压的影响。BG851 为红(R)基色信号视放电路的输出级,W853 为增益调整,用以补偿由三只输出管 BG851 ~ BG853 的特性差异而引起的 R、G、B 输出不平衡(见图 5.2.9)。三只管子的发射极都接向 BG107 的集电极,BG107 为白电平电路,调 W124 可以调节白电平的高低,使彩色鲜艳。图 5.2.17 中,BG851 射极电位器支路 R-BKG 还具有红色背景调整作用,改变电位器位置可改变交、直流反馈量,以控制红色背景的明暗程度。

5. 扫描板部件结构图及尾板调整位置图

图 5.2.18 为大型电子游戏机"维亚"14 寸、20 寸、22 寸扫描板调整位置图;图 5.2.19 为

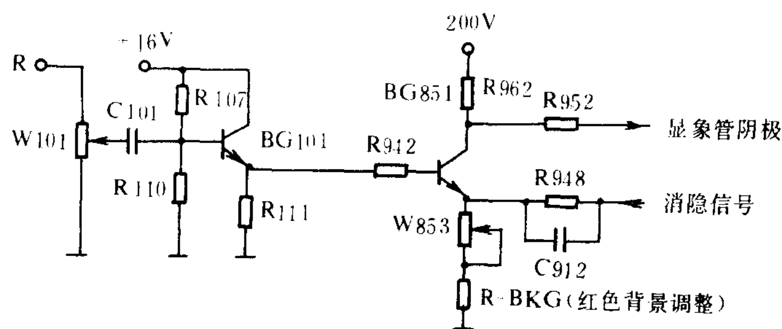


图 5.2.17 红基色信号视频放大电路

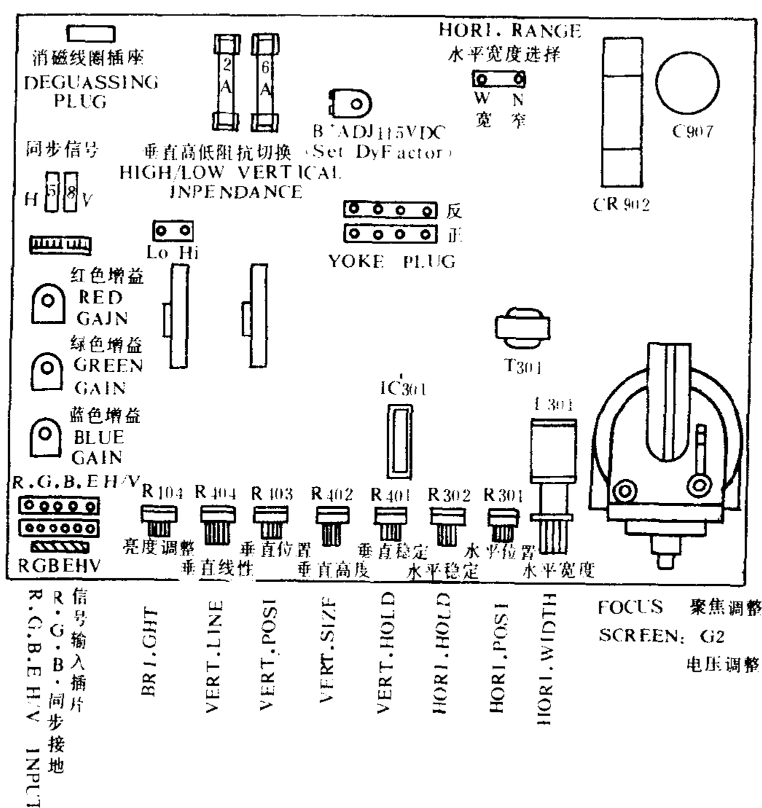
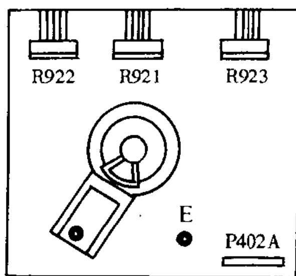


图 5.2.18 “维亚”14 寸、20 寸、22 寸扫描板调整位置图

它的 CRT 板调整位置图。

6. 扫描板主要元器件数据、主要测试点波形

中华牌大型电子游戏机扫描板(见图 5.2.10)电路中一些重要的数据和波形如下。表 5.2.1 是该游戏机扫描板中主要晶体管各脚的在路电压。表 5.2.2 是行输出变压器各脚电压(CCFT-861、9G28 或 CCFT-751、9G27)。行偏转线图 HDY(1M、2M)的端电压为 104.6V;场偏转线圈 VDY(3M、4M)的端电压为 24.2V。表 5.2.3 为用 BS-5504 型示波器(带宽 40MHz)实测实绘的波形图。



CRT 基板

各机能说明(关系位置如附图)

1. R921 调整红色背景亮度。

2. R922 调整绿色背景亮度。

3. R923 调整蓝色背景亮度。

图 5.2.19 "维亚"CRT 板调整位置图

表 5.2.1

晶体管	U_b(V)	U_e(V)	U_c(V)
Q501	7.2	7.7	-6.1
Q502	-6.1	11.8	0
Q503	-11.8	-12.9	0
Q401	14	14.1	3.58
Q402	0.33	0	31.9
Q403	3.1	3.1	105
Q301	-0.14	0.05	0.89
Q302	0.7	0.14	23.9
Q303	23.9	24.1	0(地)
Q304	25.1	24.7	81.6
Q305	81.5	81.5	101.7
Q801			150
Q802			150
Q803			150

* 此处晶体管符号用 Q,原图上均为 TR;表中数据均用 500 型万用表实测。

表 5.2.2

脚号	①	②	③	④	⑤	⑥
电压(V)	0	105.7	145.7	0	105.8	105.8
脚号	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
电压(V)	0	0	11.9	11.9	11.9	AC6.3

表 5.2.3

电路	测试点	示波器档位	正常波形图
电源部分	Q501(c) Q502(b)、(e) Q503(b)、(e)	Volts/DIV:0.5mV Time/DIV:2ms	
行扫描部分	Q401(c)	Volts/DIV:0.5mV Time/DIV:20ms	
	Q402(c)	Volts/DIV:5mV Time/DIV:10ms	
	Q403(c)	Volts/DIV:0.2mV Time/DIV:20ms	
场扫描部分	Q301(c)	Volts/DIV:50mV Time/DIV:5ms	
	Q302(c)	Volts/DIV:5mV Time/DIV:5ms	
	Q303(b)、(e)	Volts/DIV:5mV Time/DIV:5ms	

续表

电　路	测试点	示波器档位	正　常　波　形　图
场扫描部分	Q304(c)	Volts/DIV:5mV Time/DIV:5ms	
	Q305(c)	Volts/DIV:5mV Time/DIV:5ms	
	HDY(4M)	Volts/DIV:1mV Time/DIV:5ms	

*(1) 本表中波形图均已 ×0.7;(2) 场偏转线圈 VDY(3M)的波形图同 Q303(b)的波形。

§5.3　大型电子游戏机电脑板、控制板引脚定义、功能及连线图

一、双打板——未来战士(普机)电脑板插头引脚功能以及连线图

图 5.3.1 为"双打板—未来战士"普机电脑板插头引脚功能及与系统的接线图。图中表明,电脑板有四组线,通过插座与外部连接。插座为元件面(A),焊接面(B)双面插座,共计 44 脚(每面 22 脚)。这四组线是:电源线 12 根;控制开关信号线 15 根;声音输出线 2 根;图象信号线 5 根,与 CT 相连。其中全部开关有一条公共地线,当某一开关接通时连接该开关上的信号线与地线接通,则控制信号有效。例如,当摇杆 I 向上方扳动时,连动机构使控制开关"上"的触点接通,使电脑板 A9 脚变为低电平,则控制游戏角色向上运动。当投币开关控制线接投币器开关,且铜币投入投币器从其出口下落时,压下投币开关的细杠杆使投币开关动作,游戏开始。

外部连接线全部焊接在双排印制板插座的引脚上,而插座直接插在电脑板的印制插头上,电脑板插头引脚序号规定:电脑板元件面朝上,插头引脚在下方时,最左端为①脚,元件面为 A 面,引脚分别为 A1、A2……焊接面为 B 面,引脚分别为 B1、B2……。

二、"唐老鸭"、"摩托赛"、"跑马"电脑板插头引脚功能和定义

"唐老鸭"、"摩托赛"、"跑马"电脑板也通过 44 线插头和 36 线两个双面印制插头与游戏机系统连接,图 5.3.2 为它的接线图。引脚序号的标注方法为:元件面朝上方,插头在下方,从左到右,最左边为①脚。44 插头分 4 组引线。第 1 组:电源线 18 根,接开关电源;第二组:

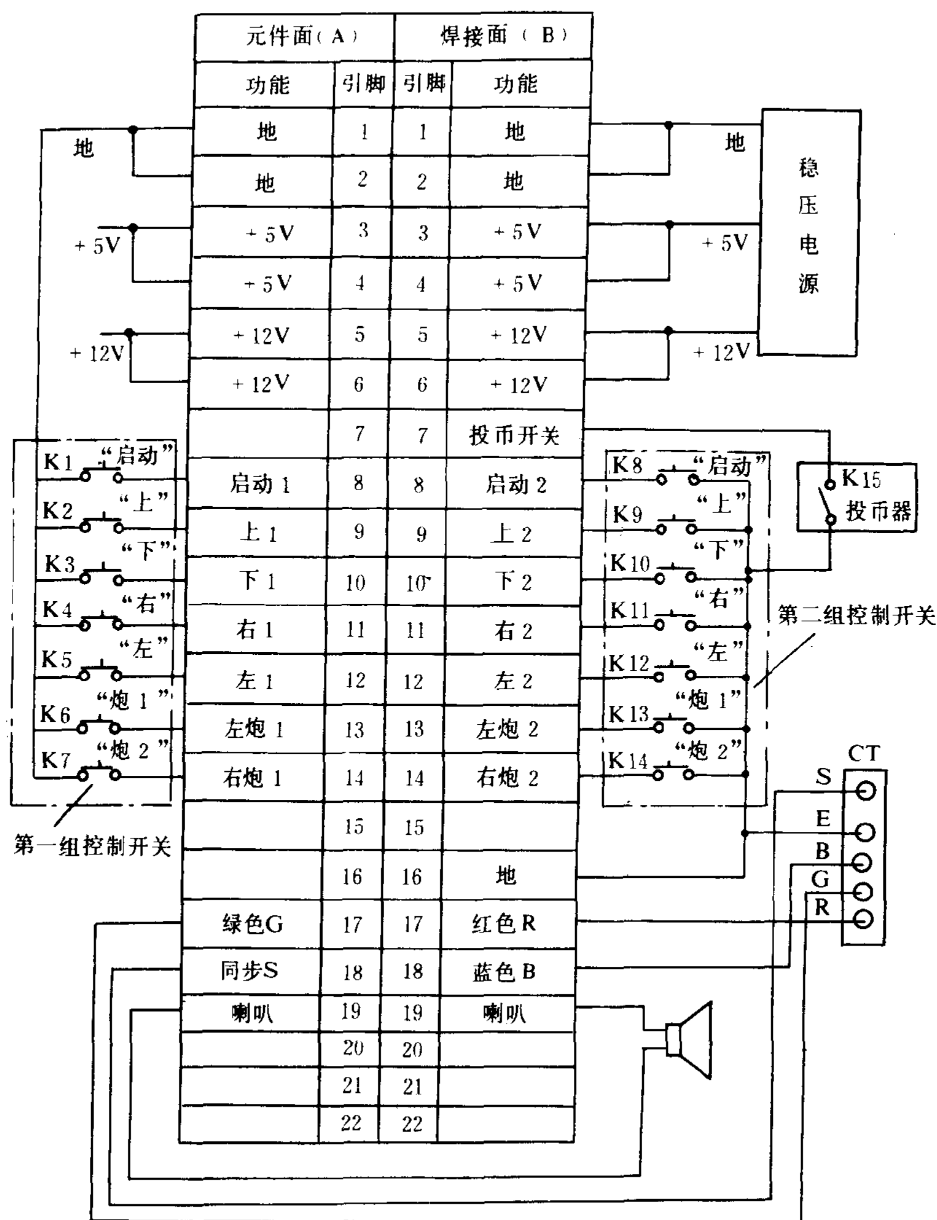


图 5.3.1 双打板—未来战士普机电脑板插头引脚功能及连线

喇叭线 4 根,用双绞线从插座直接连至喇叭;第三组:视频信号线 10 根,通过 5 个孔的插头 CT1 接至扫描板;第四组:键盘信号线 12 根,通过 6 孔插头 CT2 接至键盘——控制板。

36 线插头与系统的接线图如图 5.3.3 所示。它分两组信号。第一组:控制信号 A13~A15,B13~B14 和地线分别接至机箱内的"查帐"、"修正"、"退币"、"投币"和"消分"开关;第二组为退币控制信号;当退币时,A6(或 B7)输出低电平,继电器 J 吸合,退币器的马达带动币轮转动,铜币从退币口落下并使开关接通一次,A16 收到一个负脉冲信号。经电脑处理后,将退币数减 1,当退币数减为零时,A6 输出高电平,退币器停止工作。

三、"火箭"电脑板引脚定义与功能

"火箭"的大型电子游戏机其硬件结构基本兼容。在游戏开始显示屏上并排出现 5 枚火

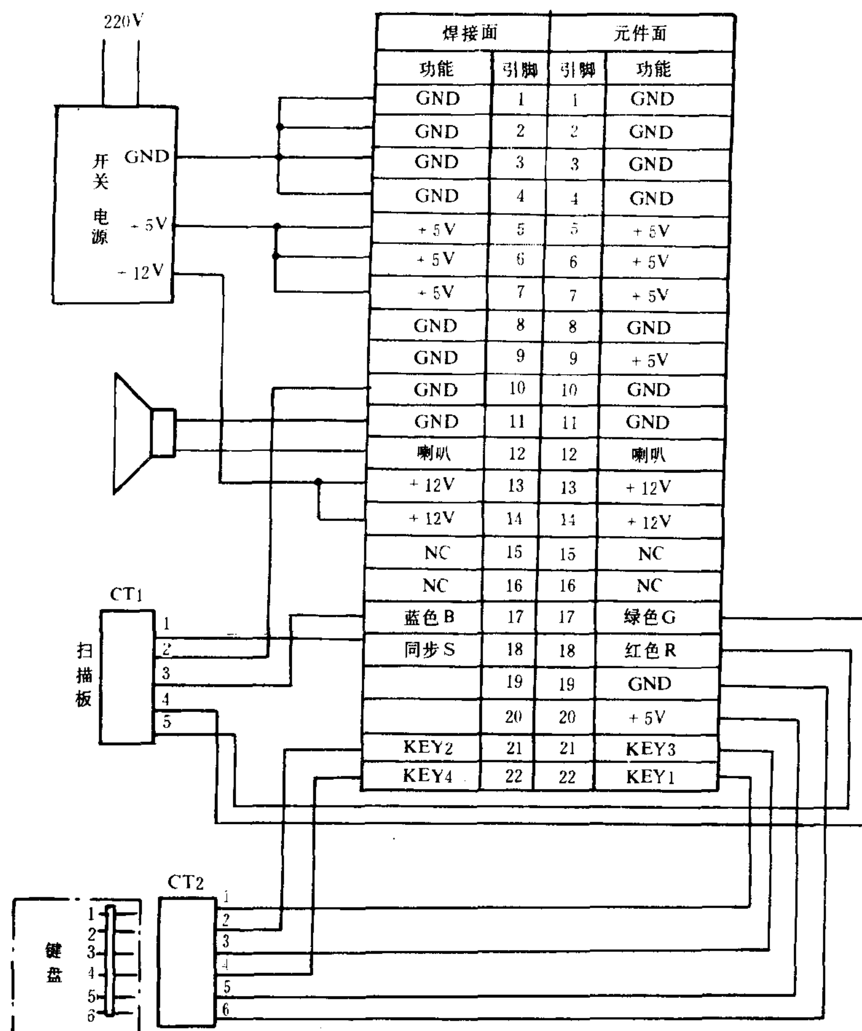


图 5.3.2 "唐老鸭"、"摩托赛"、"跑马"电脑板插头引脚功能与连接

箭,从左至右分别由控制板上"1～5"键控制。根据软件的不同,火箭的颜色分彩色和白色,显示彩色火箭的游戏机称"彩火机",显示白色的火箭称"白火机",在火箭的位置显示出5个卡通头图案的称"娃娃头"。在电脑板外部连线不变的情况下,只需更换程序存贮器和图象数据存贮器,就可以改变显示的图案。

电脑板有两个双面印制插头,分别为44线和20线。44线插头引脚功能及定义可见表5.3.1,它有3组信号。第一组:视频信号R、G、B、S4根;第二组音频信号(喇叭)2根;第三组:键盘开关输入信号20根。

20线插头引脚定义与功能如表5.3.2所示,它是电源插头,使用+5V和+12V两组电源。

四、"樱桃"水果机电脑板引脚功能及定义

"樱桃"水果游戏机电脑板有44线和12线两个印制插头,44线插头引脚功能由表5.3.4所示;12线插头引脚功能由表5.3.3所示。

表 5.3.1

元件面		焊接面	
功能	引脚	引脚	功能
	1	1	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
RC	5	5	RA
RD	6	6	RB
调分	7	7	消分
	8	8	押分
	9	9	查表
	10	10	开始
投币	11	11	蓝(B)
倍数	12	12	同步(S)
小牌	13	13	绿(G)
大牌	14	14	红(R)
保留 4#	15	15	
保留 3#	16	16	保留 1#
得分	17	17	保留 2#
保留 5#	18	18	下分
喇叭 +	19	19	喇叭 -
	20	20	
	21	21	
	22	22	

表 5.3.2

元件面		焊接面	
功能	引脚	引脚	功能
	1	1	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
+12V	5	5	+12V
	6	6	
+5V	7	7	+5V
+5V	8	8	+5V
GND	9	9	GND
GND	10	10	GND

表 5.3.3

元件面		焊接面	
功能	引脚	引脚	功能
GND	1	1	GND
GND	2	2	GND
+5V	3	3	+5V
+5V	4	4	+5V
	5	5	
+12V	6	6	+12V

表 5.3.4

元件面		焊接面		元件面		焊接面	
功　能	引脚	引脚	功　能	功　能	引脚	引脚	功　能
R	1	1	G	得分	12	12	
B	2	2	S	比倍	13	13	
喇叭	3	3	GND		14	14	
停止 A	4	4			15	15	
停止 B	5	5		大牌	16	16	
停止 C	6	6			17	17	
	7	7			18	18	
上分	8	8			19	19	
开始	9	9			20	20	
小牌	10	10			21	21	下分
押分	11	11			22	22	

五、“蚕虫飞弹机”、“穷极直升机”、“绝对合体”机电脑板引脚定义及功能

这三种大型电子游戏机电脑板的引脚功能及定义，可分别见表5.3.5、5.3.6、5.3.7所示。

表5.3.5

元件面		焊接面	
功能	引脚	引脚	功能
GND	1	1	GND
GND	2	2	GND
+5V	3	3	+5V
+5V	4	4	+5V
	5	5	
+12V	6	6	
	7	7	
	8	8	
	9	9	
	10	10	
	11	11	
R	12	12	G
B	13	13	S
	14	14	
	15	15	
投币开关	16	16	
	17	17	
	18	18	
	19	19	
	20	20	
	21	21	
	22	22	
喇叭	23	23	
	24	24	

表5.3.6

元件面		焊接面	
功能	引脚	引脚	功能
GND	1	1	GND
GND	2	2	GND
+5V	3	3	+5V
+5V	4	4	+5V
-5V	5	5	-5V
+12V	6	6	+12V
	7	7	
	8	8	
	9	9	
喇叭	10	10	GND
	11	11	
R	12	12	G
B	13	13	S
	14	14	
	15	15	
投币开关	16	16	
启动2	17	17	启动1
下2	18	18	下1
上2	19	19	上1
左2	20	20	左1
右2	21	21	右1
左炮2	22	22	左炮1
右炮2	23	23	右炮1
	24	24	

表5.3.7

元件面		焊接面	
功能	引脚	引脚	功能
GND	1	1	
GND	2	2	
+5V	3	3	
+5V	4	4	
+12V	5	5	
+12V	6	6	
-5V	7	7	
-5V	8	8	
S	9	9	
B	10	10	
G	11	11	
R	12	12	
投币开关	13	13	
喇叭	14	14	喇叭
双打	15	15	
单打	16	16	
右炮1	17	17	右炮2
左炮1	18	18	左炮2
左1	19	19	左2
右1	20	20	右2
上1	21	21	上2
下1	22	22	下2

六、电子基盘

电子基盘开关1功能调整表至电子基盘开关4功能调整表，如表5.3.8至5.3.11所示。表5.3.12为CDDSRATE调整表，表5.3.13为支付率调整(%)表。电子基盘插头引脚定义表，由表5.3.14所示，为36脚插头引脚定义，表5.3.15所示为20脚插头引脚定义。电子基盘面板上各按键开关的接线关系如表5.3.16所示，表中I0、I1、I2、I3、I4、I5和RA、RB、RC、RD、RE各引脚之间以矩阵方式连接，例如，按键“A”连接在I0和RA之间，即在表5.3.14所

示 36 脚插头焊接面中,既和 B⑪脚连接又和 B①脚相连。

表 5.3.8

DIP-SW1		1	2	3	4	5	6	7	8
以付率(见表 7)		*	*	*	*				
最大押注	1					OFF	OFF		
	5					ON	OFF		
	10					OFF	ON		
	20					ON	ON		
HOTE COID×5								OFF	
HOTE COID×5								ON	
画面旋转	正转								OFF
	反转								ON
标准设定	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	

表 5.3.9

DIP-SW2		1	2	3	4	5	6	7	8
CDSRATE(见表 6)		*	*						
硬币比例	1:1			OFF	OFF				
	1:2			ON	OFF				
	1:5			ON	OFF				
	1:10			ON	ON				
开始游戏的最低押数	1:1					OFF	OFF		
	1:2					ON	OFF		
	1:5					OFF	ON		
	1:10					ON	ON		
洗分								OFF	
退币								ON	
HP	LOW								OFF
	HIOH								ON
标准设定		ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	

表 5.3.10

DIP-SW3		1	2	3	4	5	6	7	8
投满设定额外奖金	无	OFF	OFF	OFF					
	1	ON	OFF	OFF					
	300	OFF	ON	OF					
	500	ON	ON	OFF					
	700	OFF	OFF	ON					
	1000	ON	OFF	ON					
投满回数	1 次				ON				
	2 次				OFF				
中奖率	高					ON			
	低					OFF			
再玩一次	有						ON		
	无						OFF		
换牌的按键选择	F/F							ON	
	A							OFF	
OFF 固定									OFF
标准设定		OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF

表 5.3.11

DIP-SW4		1	2	3	4	5	6	7	8
海底捞金	有	ON							
	无	OFF							
连庄比例	高		ON						
	低		OFF						
自动换牌	有			ON					
	无			OFF					
W-BIT	有				ON				
	无				OFF				
样品音乐	有					ON			
	无					OFF			
游戏音乐	有						ON		
	无						OFF		
人物选择	有							ON	
	无							OFF	
人物姿态	有								ON
	无								OFF
标准设定 1		ON	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	ON
标准设定 2		ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON

表 5.3.12

功能 \ SW	01 02	OFF OFF	ON OFF	OFF ON	ON ON	功能 \ SW	01 02	OFF OFF	ON OFF	OFF ON	ON ON
投满		32	200	100	50	满贯		3	5	5	5
三倍满		24	200	50	30	三番		4	3	3	3
倍满		16	50	25	15	二番		2	2	2	2
跳满		12	10	10	8	一番		1	1	1	1

表 5.3.13

SW/%	50	53	56	59	62	65	68	71	75	78	81	84	87	90	93	96
01	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
02	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
03	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
04	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

表 5.3.14

元件面		焊接面	
功　能	引	脚	功　能
RB	1	1	RA
RD	2	2	RC
	3	3	RE
入表	4	4	出表
GND	5	5	GND
记忆清除	6	6	HPSW
调试	7	7	查帐
G(绿)	8	8	R(红)
S(同步)	9	9	B(蓝)
SSR	10	10	声音
	11	11	10
	12	12	11
	13	13	12
	14	14	13
	15	15	14
	16	16	15
上分	17	17	下分
开分	18	18	

表 5.3.15

元件面		焊接面	
功　能	引	脚	功　能
GND	1	1	GND
GND	2	2	GND
+5V	3	3	+5V
+5V	4	4	+5V
+12V	5	5	+12V
+12V	6	6	+12V
+5V	7	7	+5V
+5V	8	8	+5V
GND	9	9	GND
GND	10	10	GND

表 5.3.16

	RA	RB	RC	RD	RE	GND
I0	A	B	C	D	得分	总落币
I1	E	F	G	H		
I2	I	J	K	L	倍	
I3	M	N 摸	吃	碰		
I4	杠	听	胡		大	
I5	开始	押			小	

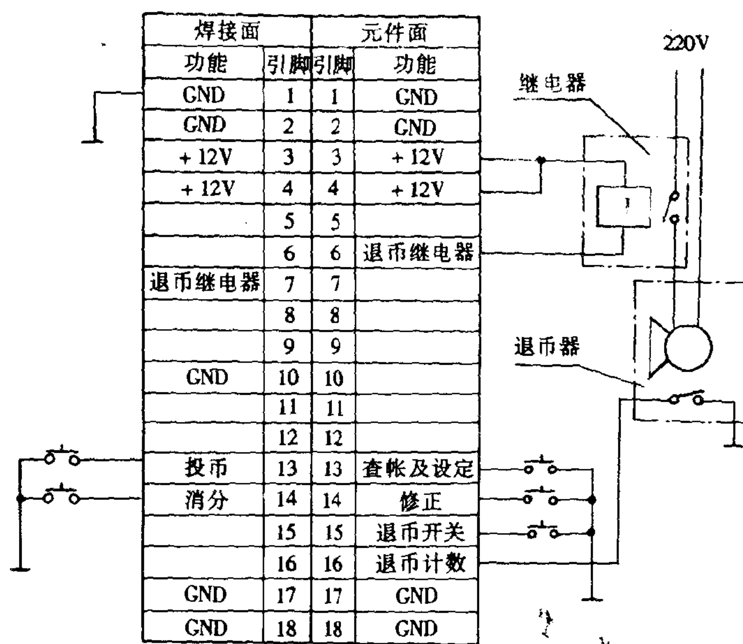


图 5.3.3　36 线插头接线图

“记忆清除”、“调试”、“查帐”、“下分”等键一般安装在机箱内，其公共端接“GND”，具体接线如图 5.3.4 所示。

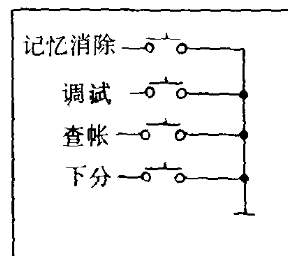


图 5.3.4　“记忆清除”等接线图

七、“唐老鸭”、“摩托赛”、“跑马”机控制板连线

“唐老鸭”、“摩托赛”、“跑马”机电脑板上有一只 8 位微动开关(DIP-SW)。每一位开关都可以独立地处置为开(ON)和关(OFF)的状态，从而对游戏的难易程度，上分的多少等进行事先设定，如表 5.3.17 所示。

表 5.3.17

功　能		开　关							
		1	2	3	4	5	6	7	8
上分	10 分			OFF	OFF				
	2 分			OFF	ON				
	5 分			ON	OFF				
	1 分			ON	ON				
出币	有	ON	ON						
	无	OFF	OFF						
游戏者	50%	OFF	OFF						
胜负比例	60%	ON	OFF						
	70%	OFF	ON						
	80%	ON	ON						
记忆功能	消除								ON
	保留								OFF

八、"火箭"机控制板按键连线图

"火箭"游戏机控制板上有 12 个按键,其中 4 个按键安装在机箱内,即"下分"、"上分"、"调分"、"查表",如果有投币器,则"上分"按键用投币开关代替,若该机无投币器,则可按动"上分"键,以增加参与游戏的分数。图 5.3.5 为它的安装位置图,图 5.3.6 各键为与电脑板之间的接线关系图。

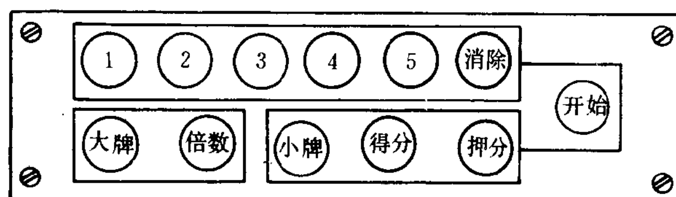


图 5.3.5　安装位置图

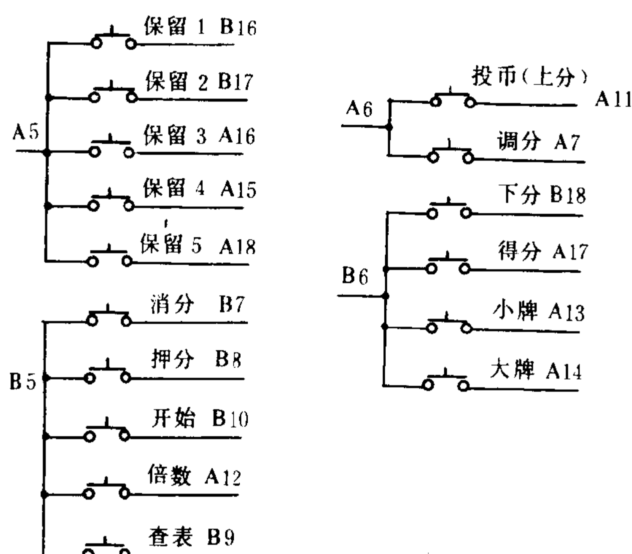


图 5.3.6　接线关系图

第六章　电脑学习机

电脑学习机是由家用电视游戏机构成的计算机系统，既具备计算机功能，又有游戏功能。

§6.1　电脑学习机的特点

电脑学习机是在家用电视游戏机的基础上，配备电脑键盘和专用学习卡(BS 卡)，这样能很好地将游戏与学习融合在一起，寓教于乐。电脑学习机具有以下特点：

1."趣味电脑"

PC 计算机是给成人设计的"电脑"，功能强，但少年儿童学习起来比较枯燥，难度也大，中华学习机同样如此。电脑学习机是一种"趣味电脑"，它保持了游戏机的趣味性，贯彻了"寓教于乐"的现代教育思想，同时考虑到儿童和少年的心理特点和接受能力，在孩子们通过模仿编制游戏程序的时候，不知不觉地进入 BASIC、LOGO(计算机语言)世界，为逐步掌握程序设计的基本思想打下良好的基础。

例如编写一个生动有趣的游戏，由于电脑学习机内贮存了《玛丽医生》等 16 种卡通形象，104 种背景模块，孩子们只要用 50~60 条语句就可以写成；用 30~40 条语句可写一个比较复杂的和声曲子。要做这些工作，如用 PC 计算机或中华学习机，则要用 500~600 条语句才能完成，要利用程序框图等工具才能完成，这是孩子们难以做到的。孩子们通常具有好胜的心理，如果做不到，当然也就失去了信心。所以过早地为孩子们购买 PC 计算机，实在是没有必要的。

2. 电脑学习机是通向计算机的桥梁

电脑学习机的价格适宜，一般家庭可以接受。孩子们通过电脑学习机，既掌握了电脑键盘的使用，得到了指法的锻炼，学习了基本的计算机语言，必须指出，这是在"游戏"中学到的，这使他(她)们深有体会要学好计算机。

3. 电脑学习机具有多种常用的功能

这些功能有：

指法练习与五笔字型学习、多种版本的 BASIC 语言和 LOGO 语言、声像学习软件、编辑打字、打印机接口、中外名曲欣赏、词组和联想、四则运算、计算机作图等。

§6.2　电脑学习机的构造

电脑学习机的结构分两类：

一、一体机

游戏机和键盘做成一个整体,为整体式结构,也称“整机”。一体机结构紧凑,使用方便,价格贵于分体式结构。

图 6.2.1 所示为小霸王中英文电脑学习机整体结构示意图,系统配置稳压电源(输入 AC:220V,输出 DC:9V)、显示器接口(RF:射频输出,VHF:11 频道)、卡带插口(60 针标准插槽)、操作手柄(主、副手柄各一个)、打印机接口(24 针标准接口)。整机的安装示意图如图 6.2.2 所示。

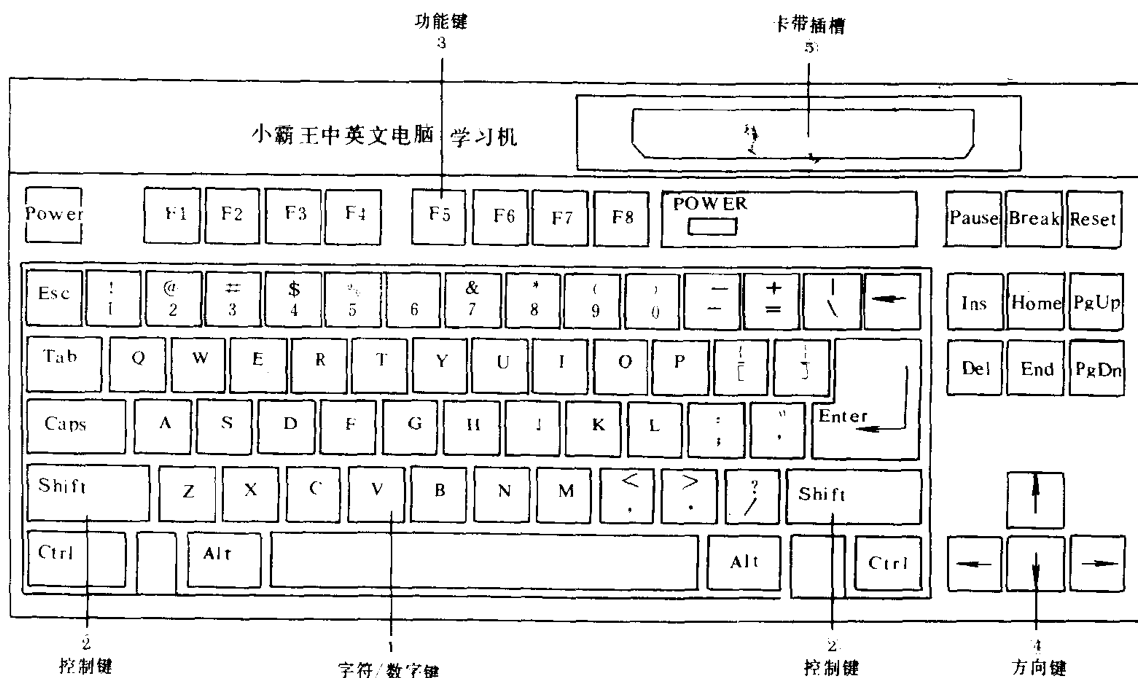


图 6.2.1 小霸王电脑学习机整机示意图

二、分体机

分体机是一种分离式结构,它由键盘外配游戏机构成系统,也称“单机”。这种结构价格便宜,同时,对于已经购买游戏机的家庭或个人,可以仅购买分体式电脑键盘,以免重复投资,如图 6.2.3 所示,为小霸王电脑学习机单机键盘示意图。图 6.2.4 为单机的安装示意图。

电脑学习机中的电源变压器内部电路构造,如图 6.2.5 所示,此为桥式整流滤波电路,接入学习机后该电源输出 9V,若开路时则输出 15V。电脑学习机中所用主、副控制盒的内部电路构造,和家用电视游戏机所用主、副控制盒相同,光线枪也类似。

其它型号的电脑学习机,其内部构造与小霸王电脑学习机的内部构造基本相似,不同之处主要在于电脑键盘的键数和键盘功能以及所配软件内容。

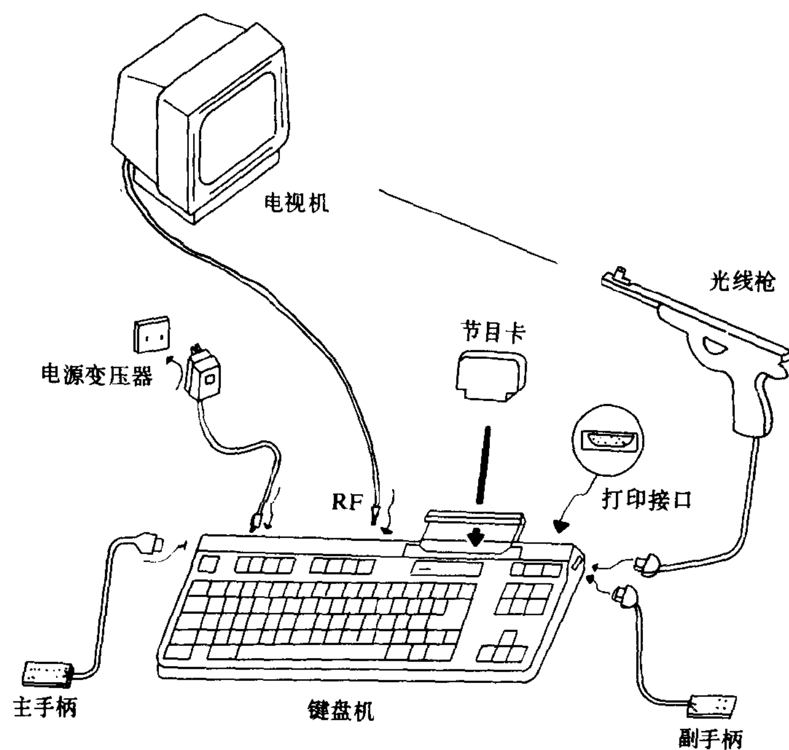


图 6.2.2 小霸王电脑学习机整机安装示意图



图 6.2.3 小霸王电脑学习机单机键盘示意图

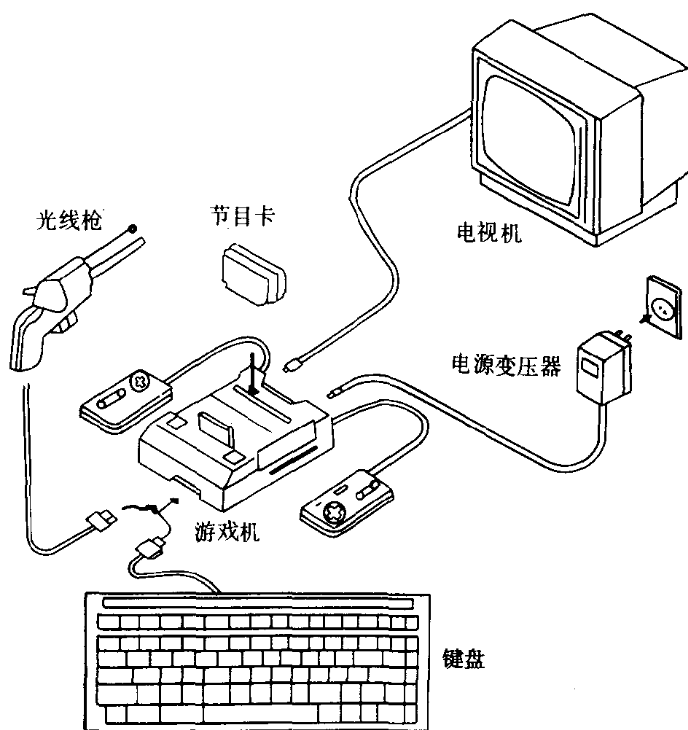


图 6.2.4 小霸王电脑学习机单机安装示意图

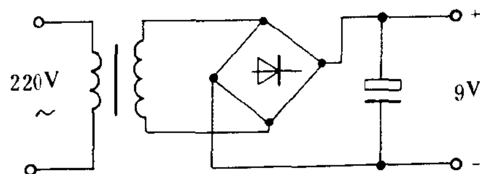


图 6.2.5 电源变压器内部电路

§6.3 电脑键盘

任天堂游戏机在日本配有键盘,构成分体式电脑学习机。我国大多数厂商也采用任天堂的分体结构,单独设计电脑键盘,如裕兴、天马、小霸王、天津、大岛、通力键盘等数十种。电脑键盘是与家用电视游戏机配套的设备,它的功能较多。它配有专用学习卡,卡内有 F BASIC 语言。没有中文功能的 F BASIC 语言简称西文 BS;带有中文功能的 F BASIC 语言简称中文 BS。以小霸王电脑学习机为例,它提供了十个优选的学习节目,全菜单式节目选择,声图并茂,人机界面友好。有一个完整的汉字系统(国际一、二级汉字库),配有区位、拼音、五笔字型输入方法,具有词组、联想等功能,汉字造型醒目、美观。学习卡还提供音乐欣赏节目,给用户提供了 18 首中外名曲,可供欣赏、伴舞及卡拉 OK。这十个学习节目是:键盘练习、打字游戏、音乐欣赏、五笔学习、中英文编辑、计算板、音乐板、留言板、G-BASIC、F-BASIC;

卡中还包含益智游戏《玛丽医生》。

键盘属于高科技产品，对水污、油污、灰尘等不利的环境有很强的抗御力，手感丰富、击键灵活，键位按国际通用标准排列，与普通打字机一致。

目前，各类键盘很多。按键数分，有多有少，少的46键，多的则达101键。按键的材料有三种：电容键、导电橡胶键和弹簧键。电容键是靠人手接触按键所产生的电容量的变化而工作的，手感没有弹簧键好，且容易受环境干扰。导电橡胶键造价便宜，但易老化，寿命短，易受灰尘影响，可靠性差。弹簧键手感、可靠性和寿命都比较好。

电脑键盘内的电路，主要由扫描式编码器和键盘ROM组成，键盘ROM通常由生产厂家按设计要求固化了标准信息交换码ASCII表示的各个键值。

市场上电脑学习机键盘的品种虽然很多，但大都还是从任天堂原装键盘演变而来的，键盘硬件变化不大，仅是键位略有差别。

§6.4 外接设备

电脑学习机采用普通电视机作终端显示；整体结构的学习机可以配接打印机，打印文稿。利用普通电视机作终端显示的方法如图6.2.2、6.2.4所示，从RF处直接连上就行了；配接打印机时要通过打印机接口。

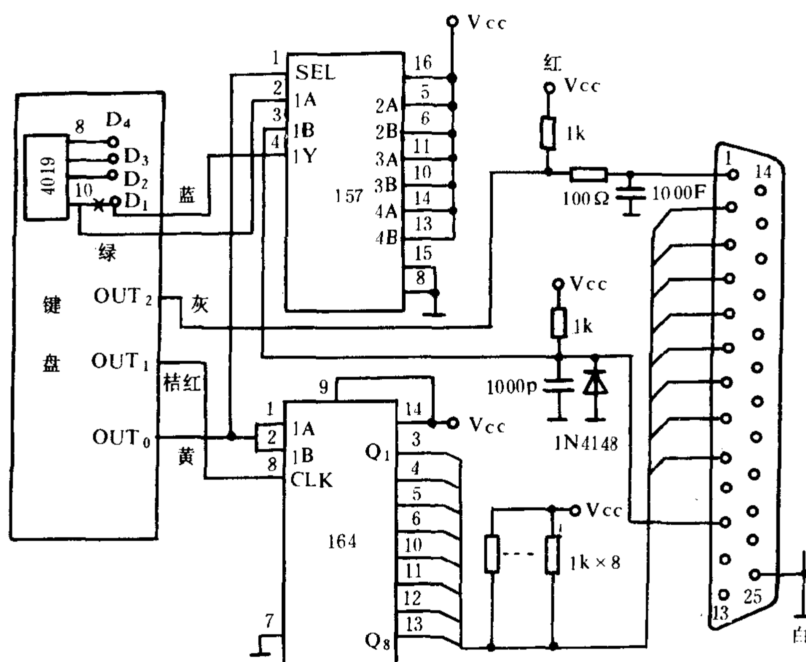


图6.4.1 打印机接口原理电路

打印机接口按照EPSON标准设计，适用于EPSON系列9针及24针打印机或它们的兼容机。图6.4.1是打印机接口原理电路图，图中使用了两片IC，一片是74LS157，为四2线-1线数据选择器/多路分配器；另一片是74LS164，为8位并行输出串行移位寄存器。

图中，键盘内的数据线D1既用于键扫描，又用于对打印机状态的测试；数据选择器/多路分配器74LS157完成对键扫描信号1B和打印机状态线1A的分时控制，输1Y接至数据线D1。

74LS164 移位寄存器用于打印数据的串行输入/并行输出的任务。在控制信号 OUT0 的控制下,从键盘输出的串行数据 OUT1 转换成 8 位并行数据送给打印机。OUT2 是键盘送给打印机的数据锁存信号。

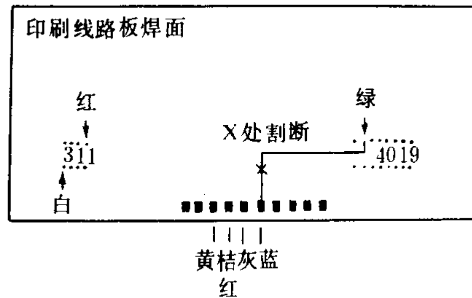


图 6.4.2 7 根连出线与键盘的连接

打印机接口板共有 7 根连出线,分别用红、白、黄、桔红、灰、蓝、绿 7 种颜色做标志,这 7 根连出线与键盘的连接可见图 6.4.2。

§6.5 软盘驱动器

学习机在配接软盘驱动器时,应先将其它软件取下,换插上软盘驱动器扩展芯片,这时其它卡仍可继续使用。连接时,将软盘驱动器的外接插头插在指定的插槽上,并与游戏机上插游戏卡的 60 脚插座相连。

软盘驱动器接口原理电路图如图 6.5.1 所示,图的左边为接口输入端信号。D0 ~ D7 为内部数据总线,进行接口的输入输出数据传送。A0 ~ A15 为内部地址总线,对接口寻址、地址译码。DEV 为驱动器启动信号。Q 为接口转换时钟,由主机发出,控制接口时序。RESET 为系统清除信号,清除接口及驱动器,置成初始化状态。

图 6.5.1 的右边为接口输出端信号。ENBL1 为输出允许信号,由它启动相应的驱动器主电机。CLK0 ~ CLK3 为步进马达启动脉冲,控制软盘驱动器步进电机以四项二拍方式工作。RDDATA 为读数据输入,它将驱动器读出的调制信号送入接口电路解调、输入。WRDATA 为写数据输出,它将主机需记盘数据经接口电路调制、送往软盘驱动器保存。WRREQ 为写请求输出信号,它是主机发出的请求记盘信号。WPROT 为写保护输入信号,它是主机请求记盘申请 WRREQ 发出、驱动器将软盘片写保护封签检测情况送到接口,如为写保护给出提示信息。

软盘驱动器接口电路的工作过程简述如下:

在 BASIC 状态下,系统板发出信号启动图 6.5.1 中的 U1、U3。U1 为 74LS323 芯片,这是一个三态输出 8 位通用移位/存贮寄存器;U3 为 74LS259 芯片,它是一片 8 位可寻址锁定电路。经接口电路 U2 的只读存贮器译码寻址提供设备选择命令。命令地址为 $ COE9,驱动器主轴电机转动稳定后,发出步进电机启动命令。读状态访问 $ COEC 提供读盘信号,并根据要求提供磁道号、扇片号,访问 $ COEO ~ $ COE7 步进电机动作。如果为写盘状态,则要首先访问 $ COED,发出检测写保护命令。当系统确认盘片未加写保护封签,访问 $ COFF

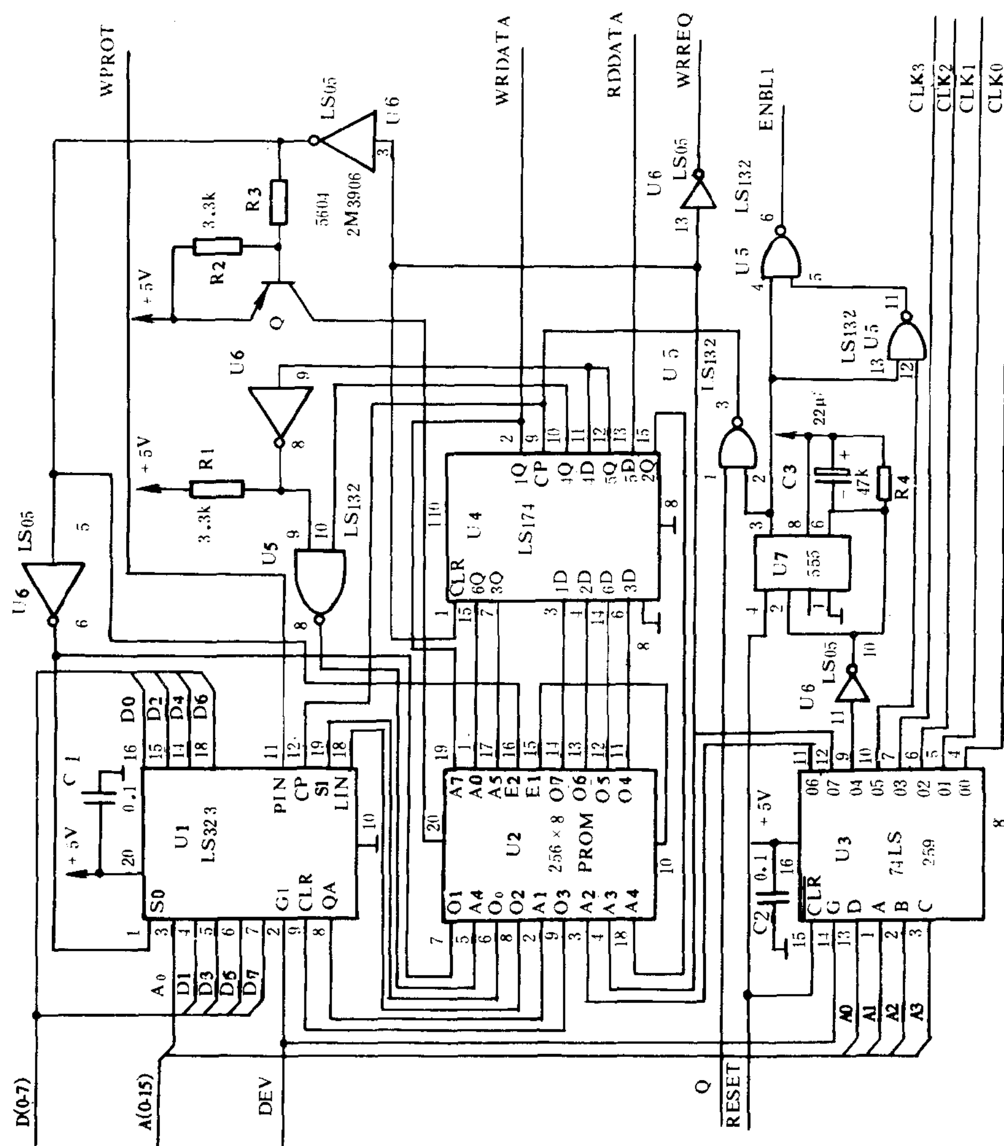


图 6.5.1　软盘驱动器接口原理电路图

发出写盘命令。写盘电路由 U1、U2、U4 组成，U4 为 74LS174 芯片，这是一块 6D 触发器 IC。

当接口电路发出 ENBL1 驱动器使能信号，驱动器主轴电机转动，由 CLK0～CLK3 四项二拍脉冲分配方式控制步进电机作经向的寻道运动。如为读数据方式，驱动器将盘片内相应磁道和扇区的信号经磁头检测，小信号放大，变为 0～+5V 的脉冲信号，送到接口的 RDDATA 线上。如为写数据方式，经检测写保护后，由接口电路发出写请求 WRREQ 启动驱动器内写放大器，在接口电路的 WRDATA 线上将调制了的数据通过磁头线圈记录到软盘上。软盘驱动器原理框图如图 6.5.2 所示。目前，均采用国际标准的 3.5 英寸标准磁盘驱动器，可以学习机、微机两用；不论是游戏节目还是教学、学习软件，均可使用价格低廉的软盘作为外存贮器，而文本数据格式采用微机标准。

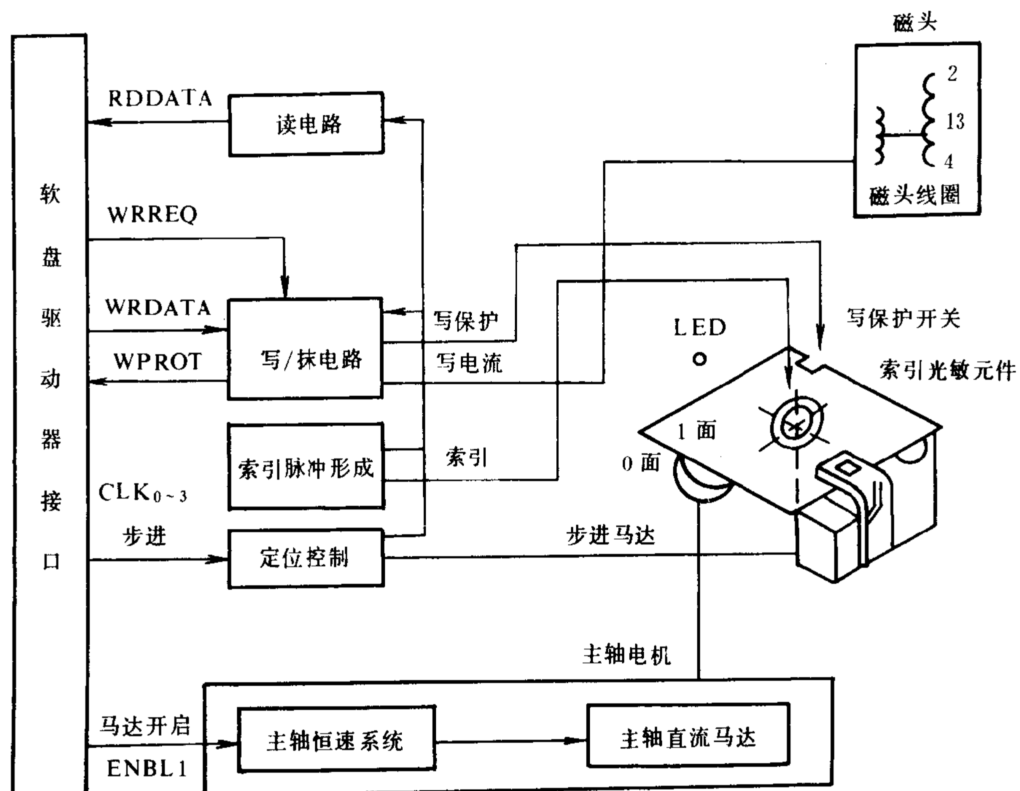


图 6.5.2 软盘驱动器原理框图

第七章　游戏机/电脑学习机的维修

§7.1　检修步骤和方法

维修游戏机/学习机大体可分为询问、观察、分析、检查、修理、调整等六个步骤、如图7.1.1所示。询问：应向用户询问故障现象是什么、使用了多长时间、是否请人修过或自己开机动过等，这是至关重要的一步，它能为维修人员观察和分析故障原因提供直接而又可靠的依据。观察：仔细查看故障现象，必要时加以记录。分析：根据故障现象及游戏机/学习机各单元电路，各元器件与整机性能之间的关系，判断故障部位。检查：检查判断的故障部位，验证分析判断正确与否，查出损坏的元器件。检查时可参照故障检修流程图，千万不要盲目通电以及乱焊乱接，至使故障范围扩大。图7.1.2所示是世嘉五代16位游戏机（也适用于8位机）故障检查流程图，其它流程图在后面逐一介绍。调整：对修复的故障部位进行必要的调整与测试，然后通电进行整机测试调整，看看维修后整机效果如何，能否使用户满意。对于比较隐蔽的故障和综合性的故障，以上步骤可能要交叉进行、反复多次，才能修理好。

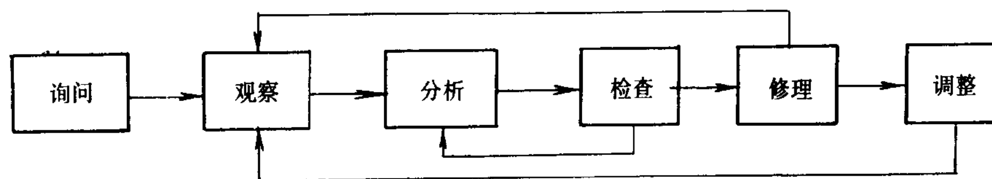


图7.1.1　游戏机/学习机维修步骤

维修游戏机/学习机常用的方法有以下几种。

1. 直观检查法

这是维修人员最直接、最基本、最简单的检查方法。检查内容包括：电源插座接触是否良好，键盘及其它控制键是否失灵，液晶及电视屏幕显示效果如何，寻找有无断线、元件歪斜、元件烧黑、碰断、引线脱落、印刷电路板受腐蚀、焊点脱落、电解电容流液等现象。

2. 信号跟踪法

这是检查游戏机/学习机无声故障的有效方法。信号源可以是人体感应信号或信号发生器产生的测试信号。例如，可以用一只高阻抗的耳机（300Ω以上），一端串一只3.3μF电容，另一端接地，然后沿伴音信号传输路线依次测听有关点是否有伴音，伴音在哪一点消失，说明这点到前段各点电路中有故障。利用“人体感应”方法检修时，可将游戏机与彩电接通，不插游戏卡把卡座㊺～㊻脚暂时短接，在出现正常的光栅下，用手拿着螺丝刀的金属部分，顺着声音通道，从后往前碰触有关接点。在碰触时，电视机的喇叭应发出“砰砰”的声音。如

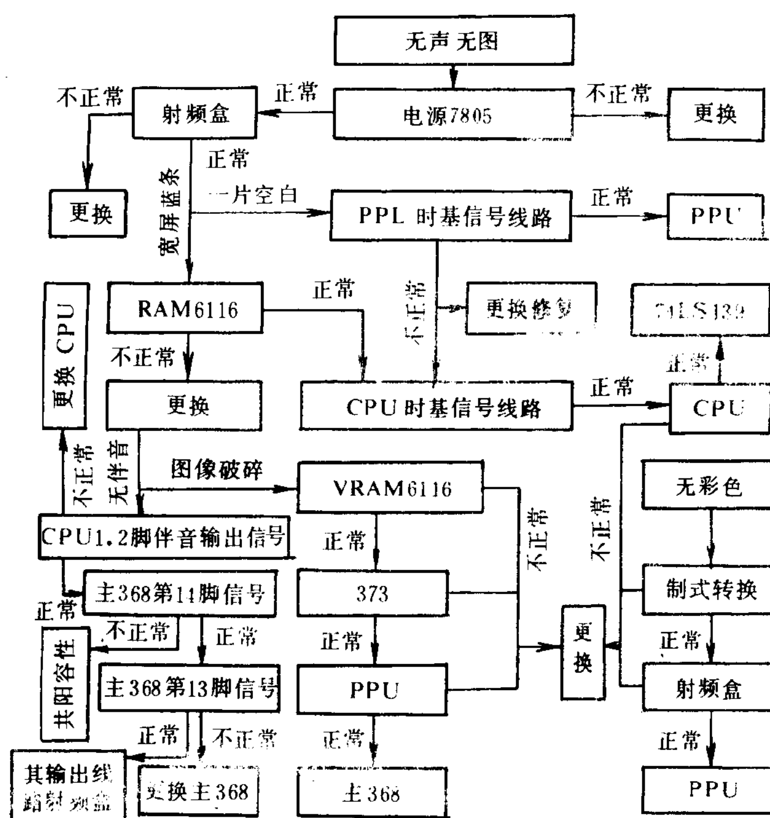


图 7.1.2　世嘉五代 16 位游戏机故障检查流程图

果没有听到"砰砰"声，则说明碰触点后的声音通道有问题。如果在碰触声音通道的后面某一点时能听到喇叭发出的"砰砰"声，但接着再顺着声音通道往前碰触时，却听不到"砰砰"声，那问题就在这两点之间。这种方法只适合于声音通道中 1μF 耦合电容的后面部分。至于耦合电容的前面部分，因碰触时感应信号太弱，电容衰减过大，即使线路正常，也不会听到喇叭发出的"砰砰"声。

3. 电压测量法

电压测量法是检查游戏机/学习机电路工作正常与否最有效的方法，可用万用表测量出电路中有关点的电压值，与该点正常电压值进行比较，根据其差异，来判断故障情况；或者根据电路工作原理，判断故障部位。

4. 电流测量法

电流测量法是利用万用电表测出电路中某一回路电流，与正常值进行比较，从而进行故障判断。例如测视频随机存取存贮器 VRAM6116 工作电流为 9mA，超出正常值 4mA 多，这说明该元件已损坏应更换。小灵精游戏机出现图象左右扭动，随着时间的增加而加剧，估计 PPU 有问题，但又不易拆下来，这时先用电流表测出其工作电流为 140mA 左右，电流太高，更换后恢复正常。

5. 阻值测量法

阻值测量法是测量游戏机/学习机内各 IC 各管脚对地电阻值，测量电阻有在线电阻测量和不在线电阻测量。当 IC 芯片被直接焊接在底板上时，可直接在线进行测量，测量的数

据可与有关资料或自己维修所积累的资料相比较。若有关芯片是插在相对应的管座上时，可取下芯片，测量其各引脚对地的电阻后再与完好芯片的测量结果相比较。利用此方法能很快找到发生故障的芯片。这里附录了游戏机 IC 引脚在线实测电阻值表，如表 7.1.1。

表 7.1.1 游戏机 IC 引脚表(用 500 型万用表，黑表笔接地)

1.CPU

型号 \ 引出脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
任天堂 TM828 (6527)	0.98	0.98	2.00	3.20	3.20	3.20	3.20	3.30	3.30	3.30	3.30	3.40	3.40	3.40	4.00	4.00	0.90	0.90	0.90	0
任天堂 CT-180 (GS87007)	0.2	0.2	10.5	8	7.8	8	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	4.1	4.1	4.1	0
小灵精 (0915C)	3.2	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.8	2.8	2.8	3.2	3.2	3.2	3.4	0	0	0	0	3.8	3.8	0
小天才 IQ-301 (GS87007)	1	1	7.5	5.4	5.4	5.4	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5	5	5	0
小天才 IQ-501 (MG-P-501)	1	1	13	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	0
终结者 S-500TM (TA-03NP)	0.2	0.2	6.7	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7	7	7	0

型号 \ 引出脚	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
任天堂 TM828 (6527)	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	5.00	0	0.90	3.80	3.40	3.40	1.10	2.50	3.80	3.80	1.25	0.52
任天堂 CT-180 (GS87007)	6.2	6.2	6.2	5.3	5.3	5	5	5	15	0	4.2	9.6	8	8	8	8.5	8.5	8.5	8	2.6
小灵精 (0915C)	3.4	1.8	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3	1.8
小天才 IQ-301 (GS87007)	4.8	4.8	4.8	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	10	0	4.9	7.5	5.3	5.3	5.5	5.5	5.5	5.7	5.7	2.9
小天才 IQ-501 (MG-P-501)	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	18	0	10	11	11	11	11	11	11	11	11	3.5
终结者 S-500TM (TA-03NP)	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	13.5	0	7	7	7	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	1.8

2.PPU

引出脚 型号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
任天堂 TM828 (6528)	3.40	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	3.20	3.30	3.40	1.10	0	0	0	0	50.0	3.40	0
任天堂 CT-180 (GS87008)	8	5	5	5	5.3	5.3	5.3	6.2	6.2	7.8	7.8	7.8	5.9	0	0	0	0	6.5	8	0
小天才 IQ-301 (GS87008)	5.4	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6	4.8	4.8	4.8	5.4	5.4	[illegible]	6.7	0	0	0	0	11	5.4	0
小天才 IQ-501 (MG-P-502)	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	11	11	11	11	11	14	0	0	0	0	27	11	0
终结者 S-500TM (TA-02NP)	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	15	0	0	0	0	25	7	0
小灵精 (0916E)	0.85	0.85	8.5	3.4	3.4	3.3	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	2.8	2.8	2.8	0

引出脚 型号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
任天堂 TM828 (6528)	1.00	0.52	5.00	5.00	3.00	6.50	6.50	6.50	5.00	5.00	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1.05	0.52
任天堂 CT-180 (GS87008)	6	2.6	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	9.4	9.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	2.6
小天才 IQ-301 (GS87008)	4.6	3	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	2.9
小天才 IQ-501 (MG-P-502)	1.3	3.7	17	17	17	17	17	17	17	17	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	3.5
终结者 S-500TM (TA-02NP)	8.5	1.8	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1.8
小灵精 (0916E)	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	2.4	2.4	2.4	6	0	2.8	6	3.6	3.4	4	4.1	4.5	4.5	4.5	1.8

3.监控信号随机存储器(RAM)

引出脚 型号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
任天堂 TM828	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	0.9	0.9	1	0	1	1	1	1	1	1.1	3.4	0	3.4	3.4	3.4	0.5
任天堂 CT-180	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.9	7.8	7.8	5	5	5	0	5.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	8.5	0	8	8.5	8.5	2.6
小天才 IQ-301	5.4	5.4	5.4	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	4.8	4.8	4.8	0	3.6	3.6	3.4	3.4	3.4	7	5.8	0	5.4	5.8	5.8	2.9
小天才 IQ-501	11	11	11	11	11	11	11	11	9.5	9.5	9.5	0	9.5	9.5	11	11	11	15	11	0	11	11	11	3.5
终结者 S-500TM	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	14	7.3	0	7.3	7.3	7.3	1.8
小灵精(GM76C28-10)	4.5	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	2.8	2.8	2.7	0	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.2	2.7

4. 视频信随机存储器 6116(VRAM)

型号 \ 引出脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
任天堂 TM828	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.2	1.2	5	5	5	5	0.5
任天堂 CT-180	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	4.2	4.2	4.2	0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	9.7	10	8.5	8.5	8.5	8.5	2.6
小天才 IQ-301	10	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	4.6	4.6	4.6	0	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	10	5.8	5.8	5.8	5.8	6.4	2.9
小天才 IQ-501	2.3	13	13	13	13	13	13	13	8.5	8.5	8.5	0	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	23	17	17	17	17	13	3.5
终结者 S-500TM	14	14	14	14	14	14	14	14	8	8	8	0	8	8	8	8	8	14	14	9.5	9.5	9.5	9.5	1.8
小灵精(GM76C28-10)	3.2	3.2	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	2.8	2.8	2.8	0	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	3.4	3.4	0	3.2	3.5	3.5	1.8

5. 地址信号锁存器 74LS373

型号 \ 引出脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
任天堂 TM828	0	1.1	1	1	1.1	1.1	1	1	1.1	0	1	1.1	1	1	1.1	1.1	1	1	1.1	0.5
任天堂 CT-180	0	6.5	4.2	4.2	6.5	6.5	4.2	4.2	6.5	0	4.2	6.5	4.2	4.2	6.5	6.5	4.2	4.2	6.5	2.6
小天才 IQ-301	0	6.4	4.6	4.6	6.4	6.4	4.6	4.6	6.4	0	4.6	6.4	4.6	4.6	6.4	6.4	4.6	4.6	6.4	2.9
小天才 IQ-501	0	13	8.5	8.5	13	13	8.5	8.5	13	0	8.5	13	8.5	8.5	13	13	8.5	8.5	13	3.5
终结者 S-500TM	0	14	8	8	14	14	8	8	14	0	8	14	8	8	14	14	8	8	14	1.8
小灵精	0	3.2	2.7	2.7	3.2	3.2	2.7	2.7	3.2	0	2.7	3.2	2.7	2.7	3.2	3.2	2.7	2.7	3.2	1.7

6. 译码器 74LS139

型号 \ 引出脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
任天堂 TM828	0.8	0.9	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	0	1.1	1.1	0.8	1.1	0.9	0.9	0	0.5
任天堂 CT-180	4.1	4.1	4.1	6.4	5.9	6.3	6.3	0	6.4	6.4	4.1	6.4	4.1	4.1	0	2.6
小天才 IQ-301	5.5	5	5	7	6.7	9	7	0	6.9	7	5.5	7	5	5	0	2.9
小天才 IQ-501	11	10	10	15	14	14	14	0	14	14	11	14	10	10	0	3.5
终结者 S-500TM	8.5	7.3	7.3	14	15	15	15	0	15	15	15	15	7	7	0	1.8
小灵精	2.8	2.8	2.8	3.4	3.4	3.5	3.5	0	3.5	3.6	2.8	3.5	2.8	2.8	0	1.8

7. 总线驱动器 74HC368(主控制盒)

型号 \ 引出脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
任天堂 TM828	2.5	1.1	0.9	1.1	0.9	0.9	1	0	0.9	3.4	1	3	1	3.2	0	0.5
任天堂 CT-180	8.5	7	5	8.5	5	4.2	5.5	0	5	7.7	5.5	8.5	5.5	10	0	2.6
小天才 IQ-301	5.6	6.7	3.4	7.6	3.4	5	3.6	0	3.4	7.2	3.8	6	3.6	8	0	2.9
小天才 IQ-501	11	13	9.5	12.5	9.5	10	10	0	9.5	10	11	17	11	17	0	3.5
终结者 S-500TM	7.3	11	7.3	11	7.3	7	9	0	7.3	10	10	9.5	10	17	0	1.8
小灵精	4.1	4.1	2.4	4.1	2.4	2.8	2.8	0	2.4	4	2.8	3.6	2.8	4.1	0	1.7

8. 总线驱动器 74HC368(副控制盒)

型号 \ 引出脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
任天堂 TM828	1	0.9	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	0	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1	0.5
任天堂 CT-180	8.5	4.2	5.4	8.5	5	8.5	5.5	0	5.4	8.5	5	8.5	5	6.7	8.2	2.6
小天才 IQ-301	5.6	4.9	3.6	7.6	3.4	7.6	3.6	0	3.4	7.6	3.4	7.6	3.4	6.8	5.6	2.9
小天才 IQ-501	11	10	10	12.5	9.5	12.5	9.5	0	9.5	12.5	9.5	12.5	9.5	12.5	11	3.5
终结者 S-500TM	7.3	7	9	11	7.3	11	7.3	0	7.3	11	7.3	11	7.3	11	7.3	1.8
小灵精	4	2.8	2.8	4.1	2.5	4.1	2.5	0	2.5	4.1	2.4	4.1	2.4	4.1	4	1.8

6. 替换法

替换法是游戏机/学习机维修中最常用且十分有效的方法之一。替换法可分为部件替换和元件替换两种形式。为了查出有故障的一台机器的毛病，可以用完好的部件或芯片进行替换，这样可以较快地判断损坏部件。

(1) 部件替换

进行部件替换前，先要做好两项工作。一是检查已发生故障的机器的各处工作电压是否大致正常；二是若不正常，继续检查各部件存在短路与否。只有在确认以上两点全部正常，才能进行部件替换。否则，有可能立即损坏好的部件。

(2) 元件替换

部件替换方法仅能找出故障发生的某个部分，不能找到发生故障的确切位置，要做到这一点，得采用元件替换方法。

元件替换方法应在部件替换之后进行，当用完好的元件去替代被怀疑是损坏的元件后，故障消失，则说明替换下来元件是故障点。

在进行元件、部件替换时，通电时间应尽量减少；如替换后通上电源发现故障仍不消失，应立即切断电源，并取下被替换的好的部件或零件，同时应检查正常部件或元件上有无升温的异常现象。只有在排除引起升温的异常原因后，才允许继续替换，否则将会损坏元件。

7. 仪器测试法

仪器测试法是利用示波器、逻辑测试笔等专用仪器对游戏机/学习机的性能、指标进行测试，来检查故障或进行性能调试。例如可用示波器测主时钟信号 ϕ，测 PPU 有关各点波形，测量 CPU 的 CLK 信号等。

8. 结点图表法

在游戏机/学习机发生图象方面的故障中，有相当一部分是由于主机线路板引线断路、短路以及 IC 块内部短路引起的。结点图表法是查找线路板断路故障点的常用方法。例如，有任天堂红白机，其故障是图象模糊，光栅中有占光栅高度三分之一的灰带从上到下缓慢移动。经用“电流测量法”判断为 PPU 部件，后按照结点图表法，检查 PPU 线路，发现 PPU 的⑨与⑪连通，切除后故障排除。

这里，附录了任天堂 S-737 游戏机结点图表，如表 7.1.2 所示。

表 7.1.2　任天堂 S-737 型电视游戏机结点图表

卡座	连　结　点	卡座	连　结　点	Ic_2	连　结　点	Ic_4 (139)	连　结　点
1	地	39	ppu⑥cpu㉔中⑭	15	卡㊳cpu㉓cpu⑦		
2	cpu⑮	40	ppu⑤cpu㉕中⑬	16	卡㊲cpu㉒cpu⑧	1	139⑪
3	cpu⑭中⑲	41	ppu④cpu㉖中⑪	17	卡㊱cpu㉑cpu⑨	2	cpu⑰卡㉞
4	cpu⑬中㉒	42	ppu③cpu㉗中⑩	18	139④	3	cpu⑱卡㉟
5	cpu⑫中㉓	43	ppu②cpu㉘中⑨	19	卡③cpu⑭	4	中⑱
6	cpu⑪中①	44	139⑨	20	地	5	ppu⑬
7	cpu⑩中②	45	主 368⑬	21	卡⑭cpu㉞ppu①	6	空
8	cpu⑨中③	46	c23	22	卡④cpu⑬	7	空
9	cpu⑧中④	47	ppu㉓图㉑	23	卡⑤cpu⑫	8	地
10	cpu⑦中⑤	48	图⑱	24	vcc	9	卡㊹
11	cpu⑥中⑥ppu⑩	49	主 368⑪	Ic_3		10	空
12	cpu⑤中⑦ppu⑪	50	图①373⑥	(图)		11	139①
13	cpu④中⑧ppu⑫	51	图㉓ppu㉚	1	卡[illegible]373⑥	12	空
14	cpu㉞中㉑ppu①	52	图㉒ppu㉙	2	卡⑲373⑨	13	cpu⑲
15	cpu㉜排阻⑤	53	ppu㉘	3	卡⑳373⑲	14	卡㉜cpu㉛主 368⑥副 368②
16	地	54	ppu㉗	4	卡㉑373②	15	地
17	ppu㉔图⑳	55	ppu㉖	5	卡㉒373⑤	16	Vcc
18	图⑲	56	主 368⑫ppu㉕	6	卡㉓373⑯		
19	373⑨图②	57	373⑦ppu㉛图⑰	7	卡㉔373⑮	Ic_5	
20	373⑲图③	58	373⑧ppu㉜图⑯	8	卡㉕373⑫	(373)	
21	373②图④	59	373⑱ppu㉝图⑮	9	卡㉖373⑬ppu㊳	1	地
22	373⑤图⑤	60	373③ppu㉞图⑭	10	卡㉗373⑭ppu㊲	2	卡㉑图④
23	373⑯图⑥	Ic_2		11	卡㉘373⑰ppu㊱	3	卡㊿图⑭ppu㉞
24	373⑮图⑦	(中)		12	地	4	卡㉙图⑬ppu㉟
25	373⑫图⑧	1	卡⑥cpu⑪	13	卡㉙373④ppu㉟	5	卡㉒图⑤
26	373⑬图⑨	2	卡⑦cpu⑩	14	卡㊿373③ppu㉞	6	卡㊿图①
27	373⑭图⑩	3	卡⑧cpu⑨	15	卡㊾373⑱ppu㉝	7	卡㊼图⑰ppu㉛
28	373⑰图⑪	4	卡⑨cpu⑧	16	卡㊽373⑧ppu㉜	8	卡㊽图⑯ppu㉜
29	373④图⑬	5	卡⑩cpu⑦	17	卡㊼373⑦ppu㉛	9	卡⑲图②
30	Vcc	6	卡⑪cpu⑥ppu⑩	18	卡㊽	10	卡
31	Vcc	7	卡⑫cpu⑤ppu⑪	19	卡⑱	11	地　ppu㊴
32	139⑭cpu㉛主 368⑥副 368②	8	卡⑬cpu④ppu⑫	20	卡⑰ppu㉔	12	卡㉕
33	cpu⑯	9	卡㊸cpu㉘ppu②主 368③副 368⑬	21	卡㊼ppu㉓	13	卡㉖图⑨ppu㊳
34	139②cpu⑰	10	卡㊷cpu㉗ppu③主 368⑤副 368⑤	22	卡㊾ppu㉙	14	卡㉗图⑩ppu㊲
35	139③cpu⑱	11	卡㊶cpu㉖ppu④主 368⑨副 368⑪	23	卡㊿ppu㉚	15	卡㉔图⑦
36	ppu⑨cpu㉑中⑰	12	地	24	Vcc	16	卡㉓图⑥
37	ppu⑧cpu㉒中⑯	13	卡㊵cpu㉕ppu⑤副 368⑦			17	卡㉘图⑪ppu㊱
38	ppu⑦cpu㉓中⑮	14	卡㊴cpu㉔ppu⑥副 368⑨			18	卡㊾图⑮ppu㉝

续表

Ic_5 (373)	连结点	Ic_6 ppu	连结点	Ic_7 cpu	连结点	Ic_9	连结点
19	卡⑳图③	35	卡㉙图⑬373④	31	139⑭卡㉜主368⑥副368②	9	中⑭cpu㉔ppu⑥卡㊴
20	Vcc	36	卡㉘图⑪373⑰	32	卡⑮外接口⑤排阻⑤	10	排阻⑧外接口⑦
Ic_6		37	卡㉗图⑩373⑭	33	空	11	中⑪cpu㉖ppu④卡㊶主368⑨
(ppu)		38	卡㉖图⑨373⑬	34	中㉑卡⑭ppu①	12	排阻⑥外接口⑪
1	卡⑭cpu㉞中㉑	39	373⑪	35	副368①副368⑮	13	中⑨cpu㉘ppu②卡㊸
2	卡㊸cpu㉘中⑨副368⑬	40	Vcc	36	主368①	14	副柄④排阻②C36外接口⑮
3	卡㊷cpu㉗中⑩	Ic_7		37	外接口④	15	副368①
4	卡㊶cpu㉖中⑪主368⑨副368⑪	(cpu)		38	外接口⑥	16	Vcc
5	卡㊵cpu㉕中⑬副368⑦	1	R19	39	主柄③副柄③	RP1	
6	卡㊴cpu㉔中⑭副368⑨	2	R20	40	Vcc	(排阻)	
7	卡㊳cpu㉓中⑮	3	复位键	Ic_8		1	Vcc
8	卡㊲cpu㉒中⑯	4	中⑧卡⑬ppu⑫	(主368)		2	外接口⑮副柄④副368⑭
9	卡㊱cpu㉑中⑰	5	中⑦卡⑫ppu⑪	1	cpu㊱	3	外接口②副柄②副368③
10	卡⑪cpu⑥中⑥	6	中⑥卡⑪ppu⑩	2	主柄④R21	4	外接口⑬副368④
11	卡⑫cpu⑤中⑦	7	中⑤卡⑩	3	cpu㉘副368⑬ppu②中⑨卡㊸	5	外接口⑤cpu㉜卡⑮
12	卡⑬cpu④中⑧	8	中④卡⑨	4	排阻⑩外接口⑩	6	外接口⑪副368⑫
13	139⑤	9	中③卡⑧	5	副368⑤cpu㉗ppu③卡㊷中⑩	7	外接口⑨副368⑤
14	地	10	中②卡⑦	6	副368②cpu㉛139⑭卡㉜	8	外接口⑦副368⑩
15	地	11	中①卡⑥	7	主柄②排阻⑪外接口⑫	9	ppu⑲
16	地	12	中㉓卡⑤	8	地	10	外接口⑩主368④
17	地	13	中㉒卡④	9	副368⑪cpu㉖ppu④卡㊶中⑪	11	外接口⑫主柄②主368⑦
18	c30	14	中⑲卡③	10	R24	外接口	
19	cpu㉝排阻⑨	15	卡②	11	卡㊾	1	地
20	地	16	卡㉝	12	卡(56)ppu㉕	2	副368③副柄②排阻③
21	Q6b极	17	139②卡㉞	13	R22外接口③卡㊺	3	主368⑬R22
22	Vcc	18	139③卡㉟	14	R22C38	4	cpu㊲
23	卡㊼图㉑	19	139⑬	15	地	5	cpu㉜卡⑮排阻⑤
24	卡⑰图⑳	20	地	16	Vcc	6	cpu㊳
25	卡(56)主368⑫	21	中⑰卡㊱ppu⑨	Ic_9		7	副368⑩排阻⑧
26	卡(56)	22	中⑯卡㊲ppu⑧	(副368)		8	主柄③副柄③cpu㊴
27	卡(51)	23	中⑮卡㊳ppu⑦	1	副368⑮cpu㉟	9	副368⑥排阻⑦
28	卡(53)	24	中⑭卡㊴ppu⑥副368⑨	2	主368⑥cpu㉛139⑭卡㉜	10	主368④排阻⑩
29	卡(52)图㉒	25	中⑬卡㊵ppu⑤副368⑦	3	副柄②排阻③外接口②	11	副368⑫排阻⑥
30	卡(51)图㉓	26	中⑪卡㊶ppu④主368⑨副368⑪	4	排阻④外接口⑬	12	主368⑦主柄②排阻⑪
31	卡(57)图⑰373⑦	27	中⑩卡㊷ppu③主368⑤副368⑤	5	主368⑤cpu㉗ppu③卡㊷中⑩	13	副368④排阻④
32	卡(58)图⑯373⑧	28	中⑨卡㊸ppu②副368⑬	6	排阻⑦外接口⑨	14	Vcc
33	卡(59)图⑮373⑱	29	Co	7	中⑬cpu㉕ppu⑤卡㊵	15	副柄④副368C36排阻
34	卡(60)图⑭373③	30	地	8	地		

9. 插座法

用“插座法”可以快速检测游戏机/学习机断路、短路故障。游戏机/学习机中的电路结构称为硬件,使微处理机动作起来的一系列程序称为软件,硬件主要集中在主机板、扫描板上,软件均在游戏卡中。硬件与软件主要靠游戏、学习卡插座(简称卡座)连接。游戏机/学习机中的主机板(电脑板)中的地址信息、数据信息、控制信息,只有通过卡座才能与游戏卡中的软件信息进行交流,卡座是交流运行过程中的必经通路。

目前市售的游戏机/学习机,不管是何种机型,都与“任天堂”游戏卡兼容,即所有游戏机/学习机的卡座与主机板内各元件间连接线路的走向原理基本上是一致的。如果把两部游戏机的卡座①脚与①脚、②脚与②脚……,60脚与60脚一一对应连接,则这两部游戏机/学习机内功能相同的IC块上相同序号的引脚,只要它们与卡座相连,那么这两脚之间也应相通,如果不通,说明两脚之间存在断路。据此,可容易地寻找出主机引线的断路故障。

游戏机/学习机的卡座均为60只脚,学习机中硬件集中的主机板与游戏机中的主机无多大区别。表7.1.3所示为60脚卡座引脚去向表,由此表可以看出,主机中IC块的数据总线、地址总线、I/O控制线均连接在卡座上,据此可以检测游戏机/学习机的数据口、地址口、控制口中各种信息是否能够正常运行。同时,还可以看到,卡座的60个引脚中,除了①、⑯脚接地,㉚、㉛脚接电源,㊺和㊻相连,㊽和㊾脚相连外,其余各脚是不直接相通的,如果直通,则说明这两脚之间存在短路故障。据此可以迅速有效地找到机内的短路点。

表7.1.3 卡座引脚去向表

引脚号	去向	功能说明
1	地	
2	A_{11}	CPU的地址总线,它们和A_{12}-A_{14}组成CPU的15个寻址位。
3	A_{10}	
4	A_9	
5	A_8	
6	A_7	
7	A_6	
8	A_5	
9	A_4	
10	A_3	
11	A_2	
12	A_1	
13	A_0	
14	R/W	CPU读写信号控制端
15	$\overline{INT}$	CPU中断请求信号输出端
16	地	
17	$\overline{DE}$	允许视频信号输出控制端
18	PA_{10}	PPU的地址线,它们和PA_7 - PA_9、PA_{11} - PA_{13}组成PPU的14根输出地址线,其中PA_0 - PA_7又是PPU的数据线。
19	PA_6	
20	PA_5	
21	PA_4	

续表

引脚号	去向	功能说明
22	PA_3	PPU 的地址线，它们和 PA_7-PA_9、$PA_{11}-PA_{13}$组成 PPU 的 14 根输出地址线，其中 PA_0-PA_7 又是 PPU 的数据线。
23	PA_2	
24	PA_1	
25	PA_0	
26	DB_0	PPU 的地址/数据双向线
27	DB_1	
28	DB_2	
29	DB_3	
30	Vcc	电源
31	Vcc	电源
32	空脚	
33	A_{12}	CPU 的地址总线
34	A_{13}	
35	A_{14}	
36	D_7	CPU 的八位数据总线
37	D_6	
38	D_5	
39	D_4	
40	D_3	
41	D_2	
42	D_1	
43	D_0	
44	$\overline{ROMS}$	接 74LS139 选通信号
→45	SOU_1	伴音输出
→46	SOU_0	
47	R/W	PPU 读写信号控制端
→48	$\overline{MRMS}$	VRAM 和 VROM 的选通信号
→49	$\overline{PA_{13}}$	
50	PA_7	PPU 的地址线
51	PA_8	
52	PA_9	
53	PA_{10}	
54	PA_{11}	
55	PA_{12}	
56	PA_{13}	
57	PA_7	PPU 的地址/数据双向线
58	DB_6	
59	DB_5	
60	DB_4	

10. 动态测试法

游戏机/学习机的内部构造，使用了许多 IC 芯片，这些芯片主要由门电路或触发器等电路组成。游戏机/学习机的绝大多数故障主要是由这些芯片引起，这些故障包括输出或输入对地短路、输出或输入对 +5V 电源短路、输出或输入开路、输入端间短路等；还有芯片的性能变差或局部损坏，使它的输入、输出电平达不到标准值，这样输出结果将引起下一级其它所用芯片出现错误判断，这也将引起故障。二值逻辑状态所对应的电平值通常规定为：对于输入，0～0.8V 对应"0"状态，2～5V 对应"1"状态，0.8～2V 对应不确定状态；对于输出，0～0.4V 对应"0"状态，2.4～5V 对应"1"状态，0.4～2.4V 对应不确定状态。

我们可以通过测试芯片的输入端与输出端的电平，判断芯片故障，即动态测试法。检测时注意在电路中经常出现芯片的某个引脚节点与其它芯片的引脚相连，这样具有同一个节点的几个芯片中只要有一个芯片损坏，那么该节点的电平出现异常。所以为了正确地判断故障点，应当逐个判断异常电平节点各个芯片的引脚。如果割断某一个引脚后，节点的电平恢复正常，那么就可以判断故障是出在割断引脚的芯片上。

以上我们介绍了游戏机/学习机故障判断的十个基本方法。实际上，在维修实践中人们还创造并总结了许多行之有效的其它方法，例如"升压法"、"降压法"、"叠加法"、"测试卡法"等，这里就不一一列举了。

§7.2 游戏机/电脑学习机维修要领

(1) 游戏机/学习机的型号很多，不同型号的机器，在维修时要特别注意其射频输出的频道是不同的。在调试时，如果不知道机器确切的输出频道，一般先用 VHF 低频段(1～5 频道)调试，如调不出宽银幕状的光栅，再用 VHF 高频段(6～12 频道)调试。如无故障，都应调出宽银幕状的光栅来。调试时，先不要装上游戏卡带，避免因游戏机有故障而烧坏卡带；

(2) 焊接要用内热式(或低压式)35～50W 的烙铁，其外壳必须接地，且切勿开机焊接；

(3) 拆机前先记下按键排列位置，以防错乱；

(4) 电源正负极切勿搞错，以防损坏 IC；

(5) 维修时电源不能有漏电，以防人体感应击毁 IC 块；

(6) 装拆 IC 时不能搞错集成块缺口方向；

(7) 维修时电源电压要稳定，要有过流保护措施，在线路中要串有 1.5A 电流表，以便观察整机电流情况；

(8) 游戏机/学习机的故障未查清前，装卡要慎重，以免机烧卡坏；

(9) 拆卸 IC 块方法要灵活，单面铜箔可用医用空心针头法，双面铜箔可用特制"工"字型烙铁头熔锡法、金属编织带熔锡法、加热铜棒(φ2.24mm 铜芯线镀锡)熔锡法等多种方法；

(10) 当保险丝熔断时，说明输入整流滤波电路或高频振荡电路严重短路，这时不可草率更换保险管后再通电，否则将再次烧坏保险或其它元件；

(11) 游戏机/学习机中的 CPU 和 PPU 代换时应注意四个问题：① 在更换 CPU 或 PPU 时，最好选 用与原型号完全相同的 IC 块。② 各种机型的时钟频率是不同的，不同频率的机型，其 PPU 不能互换，否则会使图象不同步；其 CPU 虽然可以互换，但音质会受到影响，所以最好还是选择同频率机型的 CPU、PPU 互换。③ IC 块标注型号带有"P"字的，其时钟频率为

26.6017MHz，不带“P”字的为 21.47727MHz。④ 个别机种中，PPU 的时钟频率为 26.6017MHz，而 CPU 的时钟频率为 21.47727MHz，两种时钟电路各自独立，检修时应特别注意。

表 7.2.1 为游戏机/学习机常用 IC 代换表。

表 7.2.1 IC 代换表

型号	名称	代换型号
6527	21M CPU	6005B，2A03E，TA03N，GS87007，KD840，6540，H27P02(HH41)
6527P	26M CPU	GS87007P，P02(HI21)，MG-P-501，YA03NP1，0916(9041)，KD840P
6528	NTSC 制 PPU	6022B，2C02，TA02N，GS87008，KD841，6541，H27P03(HH25)，2D03
6528P	PAL 制 PPU	GS8008P，P03-1(HI15)，MG-P-502，TA02NP，0615B(9035)，KD841P，2D02，MG-P-505
74HC373	8D 锁存器	74LS373，T4373，54LS373，SN74LS373，HD74L373，T74L373，DN74LS373
74LS139	四一二译码器	CT139，HD74LS139，T74LS139，SN74LS139，DN74LS139，74HC139
74LS368	六反相器总线驱动器	CC74HC368，MC74HC368，CD74HC368，MM74HC368，SP74HC368，TC74HC368，LR40H368，74S368，M74HC368
CD4021	八位移位寄存器	CC4021，DG4021B，HD14021，MC14021，F4021，TC4021
MK5080	制式转换器	NK5060，NPAL516
7805	三端稳压器	LM7805，TA7805，L7804，MC7805，μA7805，SG7805，CW7805，SA7805
UM6116	SRAM	HM6116，TMM2016，SRM2016

§7.3 游戏机/电脑学习机故障种类、故障分析、维修程序

游戏机/学习机的维修是一门难度较大的技术，它不仅涉及微机系统理论和实践，而且还和大规模集成电路使用及测试、电视技术原理、控制电路、接口电路、电源电路等有关。

一、游戏机/学习机的故障种类

1. 无光栅、无图象、无声音——“三无”故障

这类故障亦称无信号故障，此时电视屏幕上仅出现雪花样噪点及噪音信号。故障的具体表现是：

(1) 开机后即出现“三无”故障；

(2) 开机若干分钟后，图象开始扭动，然后出现“三无”；

(3) 指示灯亮，但出现“三无”。

2. 有光栅，但无图象、伴音均出现故障

这类故障有如下几种表现：

(1) 无图象无伴音；

(2) 无图象，节目伴音中有轻微的杂音；

(3) 无声时图象正常，有声时图象充满雪花，伴音信号电平愈高，雪花愈密；

(4) 无伴音，图象全绿；

(5) 无伴音，屏幕上出现一片蓝色；

(6) 无图无声，屏幕上仅出现一个大方框；

(7) 开机后10多分钟图象开始分裂、扭曲、无伴音；
(8) 伴音中有严重的交流声，图象上有两条水平干扰带；
(9) 图象破碎，无伴音，喇叭中有轻微的交流声。

3. 伴音正常，图象混乱

这类故障的表现形式众多，有如下所示：
(1) 画面中出现多余图案；
(2) 图象破碎；
(3) 图象上下跳动；
(4) 有光栅无图象；
(5) 图象起花，有断层现象，有缺陷(好似开天窗)；
(6) 画面模糊，仅有一个大体的轮廓，或者是有很多左右移动的细网纹；
(7) 开机几分钟后出现的“跑台”现象，荧光屏上出现斜条纹；
(8) 有图象无彩色；
(9) 画面左右扭动，不稳定；
(10) 画面突然消失，屏幕上出现一片浅绿色；
(11) 开机半小时后，画面“定格”，出现不规则的花纹图案；
(12) 无图象，屏幕一片蓝色；
(13) 出现彩条；
(14) 图象乱、图象闪，甚至消失；
(15) 彩色时有时无；
(16) 画面没有片头，仅出现一个矩形光栅，周边黑色，中间为某一颜色；
(17) 白天图象正常，晚间不正常；
(18) 彩色奇变，黑变白，白的地方变黑；
(19) 图象上出现蓝条，或出现竖线；
(20) 色彩深暗，行扭严重；
(21) 图象被伴音干扰；
(22) 开机后正常，但若干分钟后出现重影；
(23) 无图象无方框。

4. 无光栅或光栅不正常

这类故障的具体表现是：
(1) 无光栅；
(2) 无光栅且电源指示灯不亮；
(3) 有光栅，但光栅不稳定；
(4) 光栅不稳定，上下移动；
(5) 有光栅，但光栅中出现灰带；
(6) 光栅中有网纹。

5. 无伴音无噪音

这类故障的表现有如下几种：
(1) 无伴音无噪音；

(2) 伴音失真大；
(3) 出现尖叫声；
(4) 噪音重，交流声大；
(5) 鸣叫不停。

6. 控制失灵故障

这类故障有如下几种表现：

(1) 按动按键毫无反应，不能启动，不能选择，或不能自动向前、向后运动；或部分按键失灵；

(2) 连发键失效，连发速度变慢，不能单发；

(3) 主控制盒正常工作，副控制盒操作不灵；

(4) 功能混乱，如按“选择”变成“开始”，不按“选择”则自动“开始”，按“向后”变成“向前”，按B单发变成“暂停”；

(5) 能“选择”，不能“开始”；

(6) 开机后一直处于“开始——暂停——开始——暂停……”的状态；

(7) 未按控制键，被控对象自行动作；

(8) 主控制盒失效，副控制盒工作正常；

(9) 工作时画面出现暂停，须重新按启动键才能动作。

7. 键盘常见故障

键盘常见故障有如下表现：

(1) 当输入BASIC语句时，屏幕上显示的却是一些杂乱无章的数字和符号；

(2) 按键不复位；

(3) 某些盘键失效；

(4) 未按键屏幕上就有杂乱信号。

8. 软盘驱动器常见故障

有如下几种常见故障：

(1) 驱动器在冷启动主机时无任何反应；

(2) 主轴电机转，步进电机不工作；

(3) 启动信号与步进马达均正常，驱动器读写不正确；

(4) 出现死锁现象，此时主电机启动，步进电机运转。

二、游戏机/学习机故障分析

一般而言，若游戏机/学习机出现无光栅或光栅不正常，则此类故障主要由电源引起；若光栅、图象、伴音均正常，但控制不灵、节目难以正常进行，则主要原因在控制盒，个别情况是由于主机引起；若光栅正常，但出现声、图故障，则主要原因在主机。

1. 电源故障分析

电源故障是游戏机/学习机最常见的故障之一，由它会引发出许多不正常的状态。

(1) 若出现“三无”现象，则必须先检查电源部分；

(2) 若电视屏幕上仅出现雪花噪点和噪音信号，可能是电源供电不足，例7805③脚输出仅为1.5V；

(3) 若出现伴音里混有严重的交流声,则可能是电源电路中滤波电容变质漏电所致;

(4) 如果画面上出现一干扰横条纹,其原因主要在于某些焊点虚焊或接插件接触不好所致,查找电源电路;

(5) 若开机后10多分钟或半小时,出现图象故障,应考虑机内某些元器件变质或热稳定性差,查找电源电路;

(6) 当出现随意自动停止工作,且无伴音故障时,应怀疑是否存在某元件虚焊,先检查电源电路;

(7) 无光栅或光栅不正常,但有伴音,首先检查电源电路。

2. 控制盒引起的故障分析

前面列举了九种控制失灵故障的表现,这均是由于控制盒内外电路出现问题引起的。控制盒故障按其难易程度,可分为一般故障、较难故障和疑难故障。按键、控制线、导电橡胶、插座接触等引起的故障为一般故障,稍加处理即可恢复。集成电路4021、4069、主副368等引起的故障为较难故障,需用专门的仪器或依靠经验和使用代换法等进行判断排除。所谓疑难故障是指无章可循、故障千奇百怪得出乎意料之外。引起这种故障的原因是多方面的,其中之一是型号太多太杂,组装机充斥市场。关于控制盒引起的故障如何维修,在后面再加以叙述。

3. 主机故障分析

主机是游戏机/学习机的中心,由它所引发的故障多属较难故障或疑难故障。有些主机,连芯片插座都没有,更增加了判断、维修的困难。

主机引起的故障主要有三类:

(1) 无光栅和光栅不正常;

(2) 光栅正常,图象出现故障;

(3) 光栅及图象正常,伴音出现故障。

4. 游戏卡/学习卡故障分析

准确地处理游戏卡/学习卡的故障十分重要,哪些故障的出现会怀疑是由于卡引起的呢?

(1) 当节目卡正反两面装反时,开机后会出现"三无"现象;

(2) 若卡内印刷电路板某处有松焊,则会引起图象中间出现竖条;

(3) 若卡内74LS74双D触发器损坏,则也会引起"三无"现象;

(4) 若卡内有地址线短路情况,则插上卡后会引起节目调不出或个别节目无法调出的故障;

(5) 有许多故障现象是由于卡不兼容引起的,主要现象有:程序不能启动,工作速度明显变快、变慢并伴有不规则色块,图象横向错位,图象抖动、无图、图象和声音定死等。

(6) 若插脚不干净,会出现无图、图象不全或混乱现象;

(7) 卡盒尺寸不错,会引起图象混乱或暂停故障。

5. 光电枪故障分析

以下一些故障现象可与光电枪联系起来:

(1) 扣动扳机时,无射击声,也无射击效果的图象出现,这是由于光电枪不工作或者没有产生触发信号引起;

(2) 扣动扳机时,有射击声,但无射击效果的图象出现,说明光信号的通路有故障;

(3) 射击的有效距离不到 1.5m,这是由于聚光镜镜面不清洁或光敏管特性变差引起;

(4) 若光电枪内出现断路现象,IC CD4011 供电不正常,会引起扣动扳机后无任何效果与反应;

(5) 若 CD4011 损坏,会出现伴音正常、无射击效果的故障;

(6) 若连接线断裂,焊点松动,会引起无射击音响或音响滞后的故障;

(7) 若扳机开关短路,则会出现尚未扣动扳机,屏幕已产生射击音响和图象效果的故障。

三、维修程序

这里按故障类别,提出了排除故障的各种流程图:

图 7.3.1 所示是排除“三无”故障流程图;

图 7.3.2 所示是排除有光栅,但图象和伴音均出现故障的流程图;

图 7.3.3 所示是排除伴音正常、但图象混乱故障流程图;

图 7.3.4 所示是排除无光栅或光栅不正常的流程图;

图 7.3.5 所示是排除无伴音无噪音故障流程图;

图 7.3.6 所示是排除控制失灵故障流程图。

四、游戏机/学习机各部分维修要点

1. 电源电路

电源电路有两部分,分装在一个长方形塑料盒内的电源,为随机电源。检查时应先测量 220V 进线插头之间的电阻。如果电阻为零或者很低,说明变压器已坏,切勿通电,否则会造成短路,烧毁电源。如果电阻为 200Ω 左右,可通电检查。再测空载时它的输出应为 12~14V,若没有或太低,则应检修此电源。断线、脱焊、二极管损坏、电容击穿是它的常见故障。

如果有 12~14V 的输出,则应打开主机,主机内有由 7805 IC 块构成的稳压电路。检修时,可从电源插孔处往后逐点测量电压,哪一点电压不正常,则故障就在这一点与前一点有正常电压之间。开关接触不良,7805 损坏,电源插孔与印制板相接处松动或断开,电容击穿漏电,这些是它的常见故障。

2. 主机

主机各元件相连的印制板是两面走线,元件排列紧凑,如有故障,应根据“结点图表”检查。检查和修理前要注意测量有关电压和整机电流,以便初步判断故障的部位。测量电压时,先从 7805 输出端开始,然后依次测量各 IC 块有无 +5V 电压。若它们正常,则测整机电流,根据此电流大小,来判断故障部位。若电流太大,在 1.5A 左右,说明电路中出现短路故障,或者是 CPU、PPU 损坏,或者是主、副控制盒损坏。在需要准确判断某元件出故障时,可按先拔下主控制盒控制线插头、副控制盒控制线插头、CPU、PPU 以及其它能拔下的元件的次序进行。若拔下某元件时,电流恢复正常,说明问题就在某元件中。

晶振电路出故障会引起无光栅或光栅不正常、无图象或图象模糊、无彩色等。三极管损坏,偏流电阻变值,断路、短路、脱焊等是晶振电路的常见故障。判断有无故障时,可用代换法试一试,同时要注意是单晶振电路还是双晶振电路。

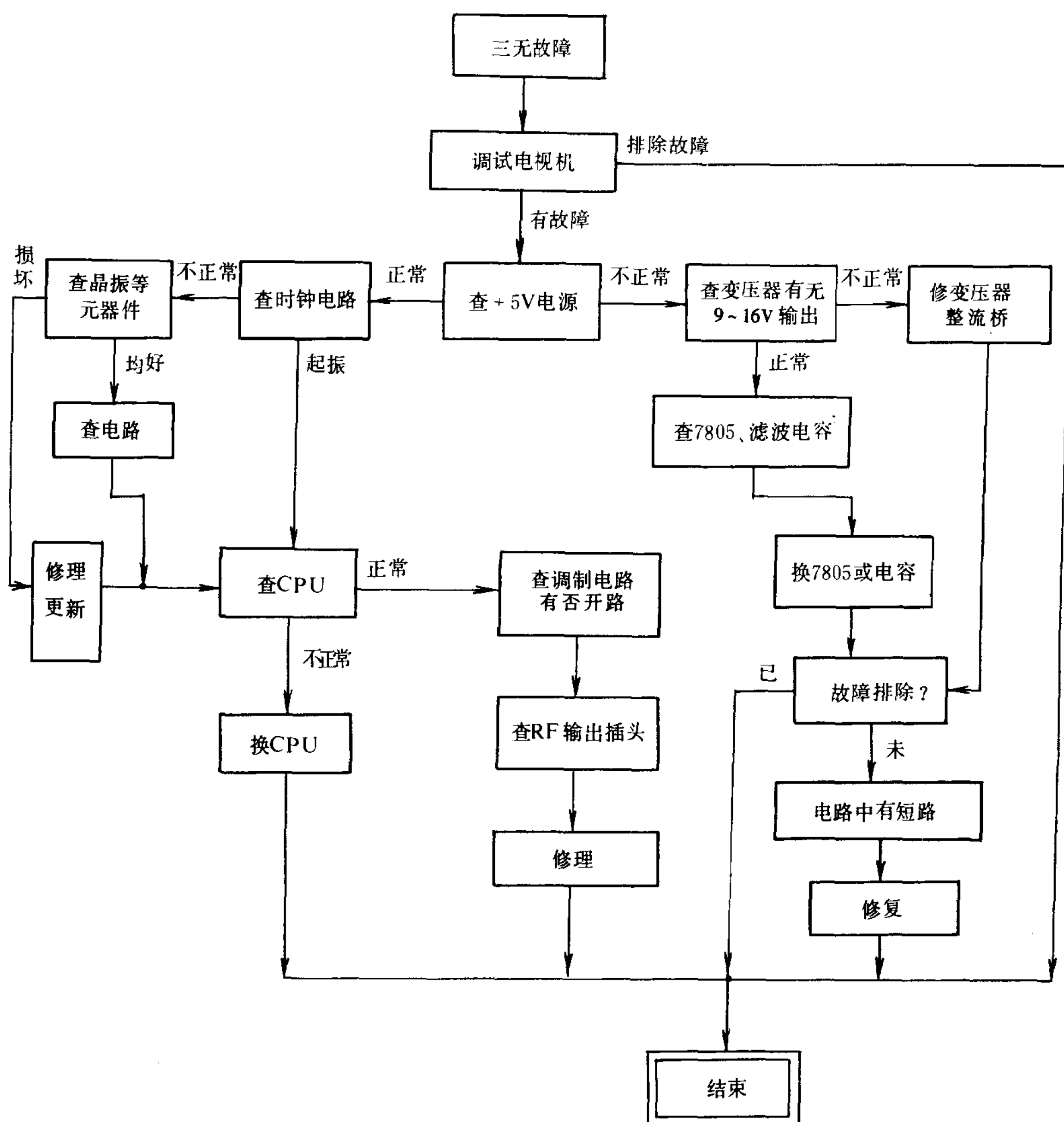


图 7.3.1 排除"三无"故障流程图

射频头也会引起上述故障。射频头的屏蔽盒外有4根进线，它们依次是视频、音频、电源、地线。判断射频头有无故障时，可以断开这四根进线，然后引进好机的射频头内，利用代换法进行判断。射频头常遇到的故障是输出插孔脱焊。当出现无彩色故障时，有时与射频头的统调有关。一般来说，游戏机/学习机出厂时，射频头已经调好，并用蜡将磁芯封住，在使用中由于振动的原因，磁芯发生松动，引起无彩色故障。此时应细心微调射频线圈和音频线圈的磁芯就可解决问题。由于磁芯易损坏，可用小竹棍按磁芯内孔形状做一个微调工具调整。

主机内各IC块损坏后，用更换的方法去解决；判断IC块有无故障，常用的方法是电压法、电流法、代换法。

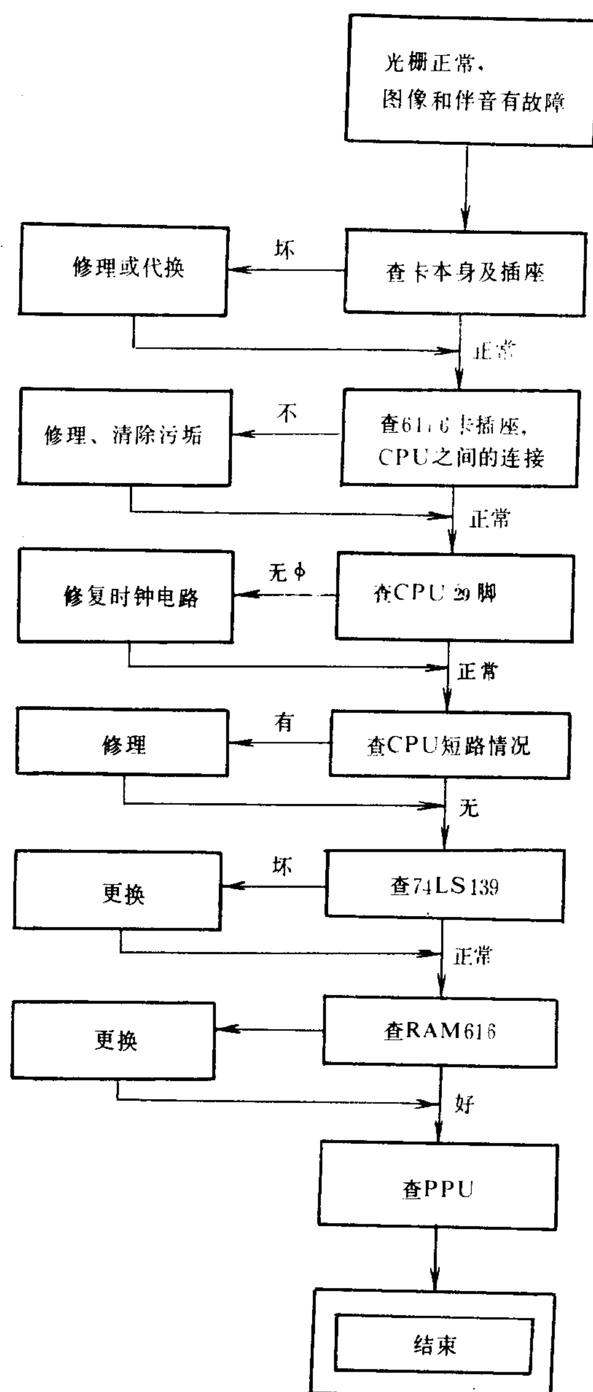


图 7.3.2 排除光栅正常、图象和伴音有故障的流程图

3. 控制盒

控制盒出现故障会引起控制失灵，检修时应首先排除选择键和启动键的故障。打开控制盒，用毛刷去除灰尘，再用无水酒精将敷铜板清洗干净，然后用金属镊子短接选择和启动键的敷铜板电路，如果能够选择开始，则证明线路没有问题，而问题出在导电橡胶上。此时用无水酒精清洗导电橡胶，清洗后再用万用表 $\Omega\times10$ 档测量，若 $<200\Omega$，则可用；若 $>200\Omega$，

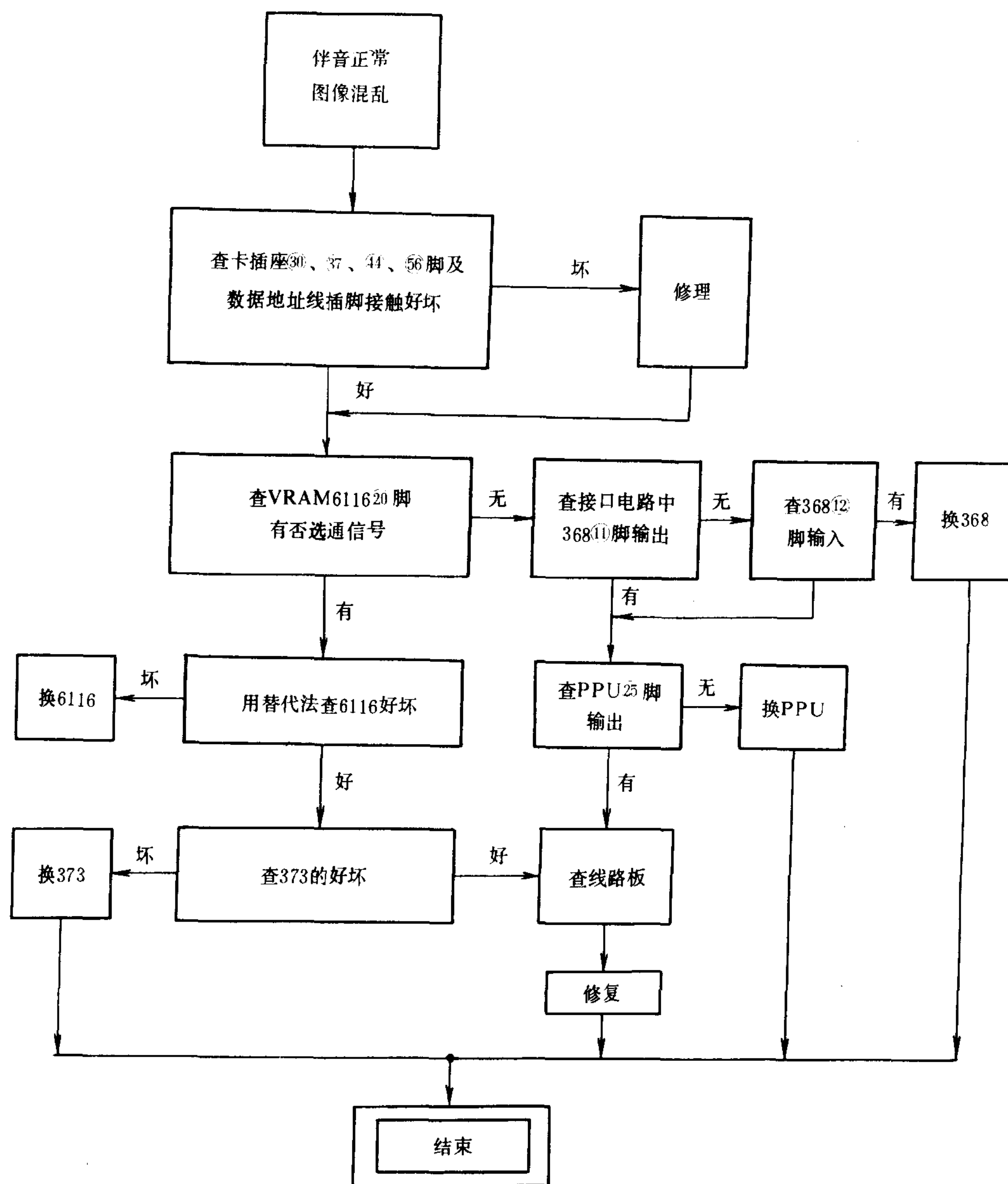


图 7.3.3 排除伴音正常、图象混乱故障流程图

则更换新的导电橡胶。

若短接时，仍然无选择和启动功能，则应进一步检查五芯控制线是否折断，因为控制盒的故障大多是由于控制线折断引起。此时，打开主机，找出主机线路板，清除灰尘，顺着控制

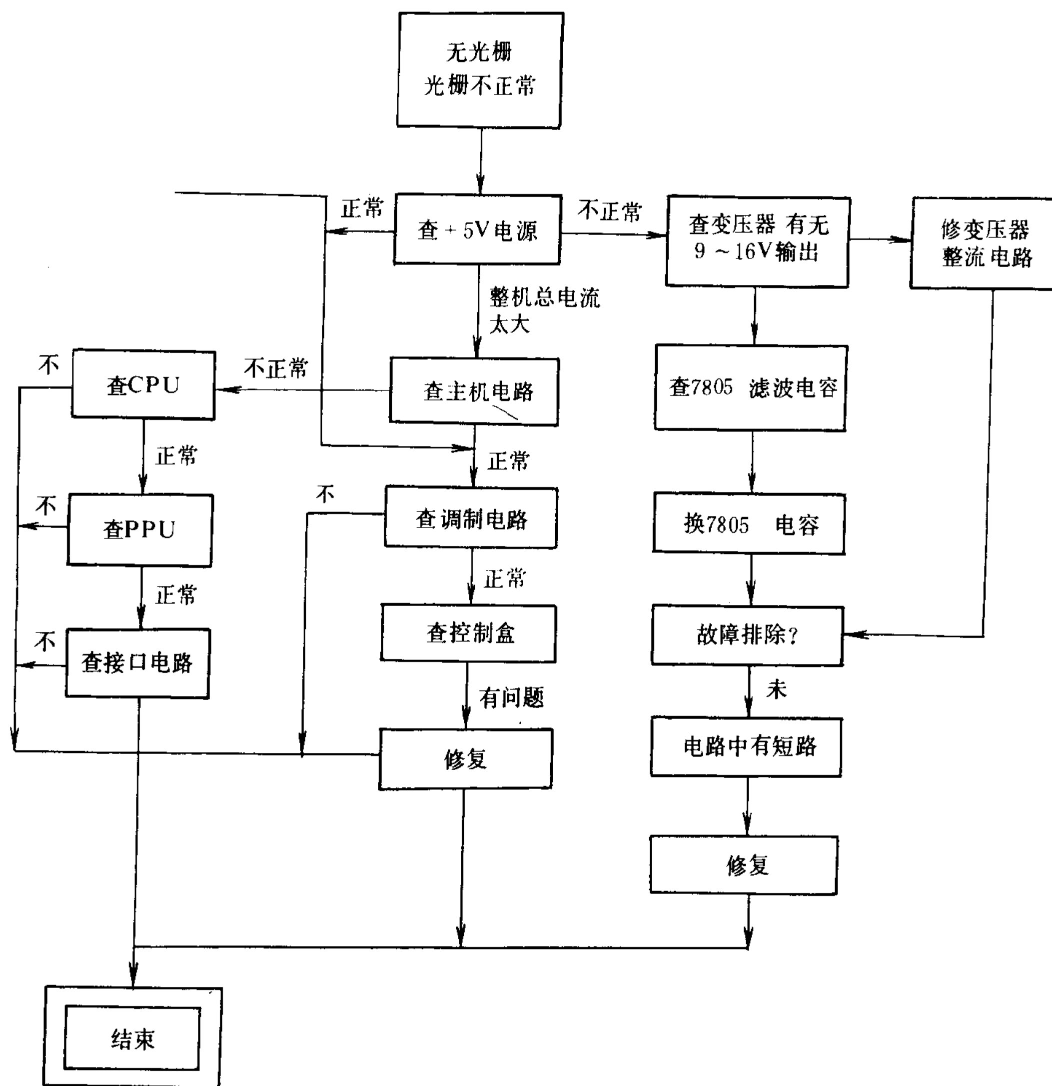


图 7.3.4 排除无光栅或光栅不正常故障流程图

线找到插座 J1,按照五芯控制线的五种不同颜色,用万用表 Ω×1 档,测量芯线是否折断。如发现折断,最好是换新,或者是重接,但此时要特别注意 J1 和 J2 的位置,千万不能弄错。

若进行以上过程后,仍未排除故障,就要考虑控制盒内 IC 块的故障了。关于 IC 块故障的排除,前面已经讲过了。

因为有主、副两个控制盒,所以在维修时可以互相替换。例如,先打开主控制盒进行维修,维修后故障未排除,此时可先从 J2 上拔下副控制盒的控制线试机,如功能恢复,证明故障是由副控制盒引起,可按前述方法维修;若功能未恢复,可将 J1 上的主控制盒改插在 J2 上试一试,如果功能恢复,则问题出在主 368 及其外围电路上;如果功能未恢复,可找一个同型号的主控制盒进行代换试验。

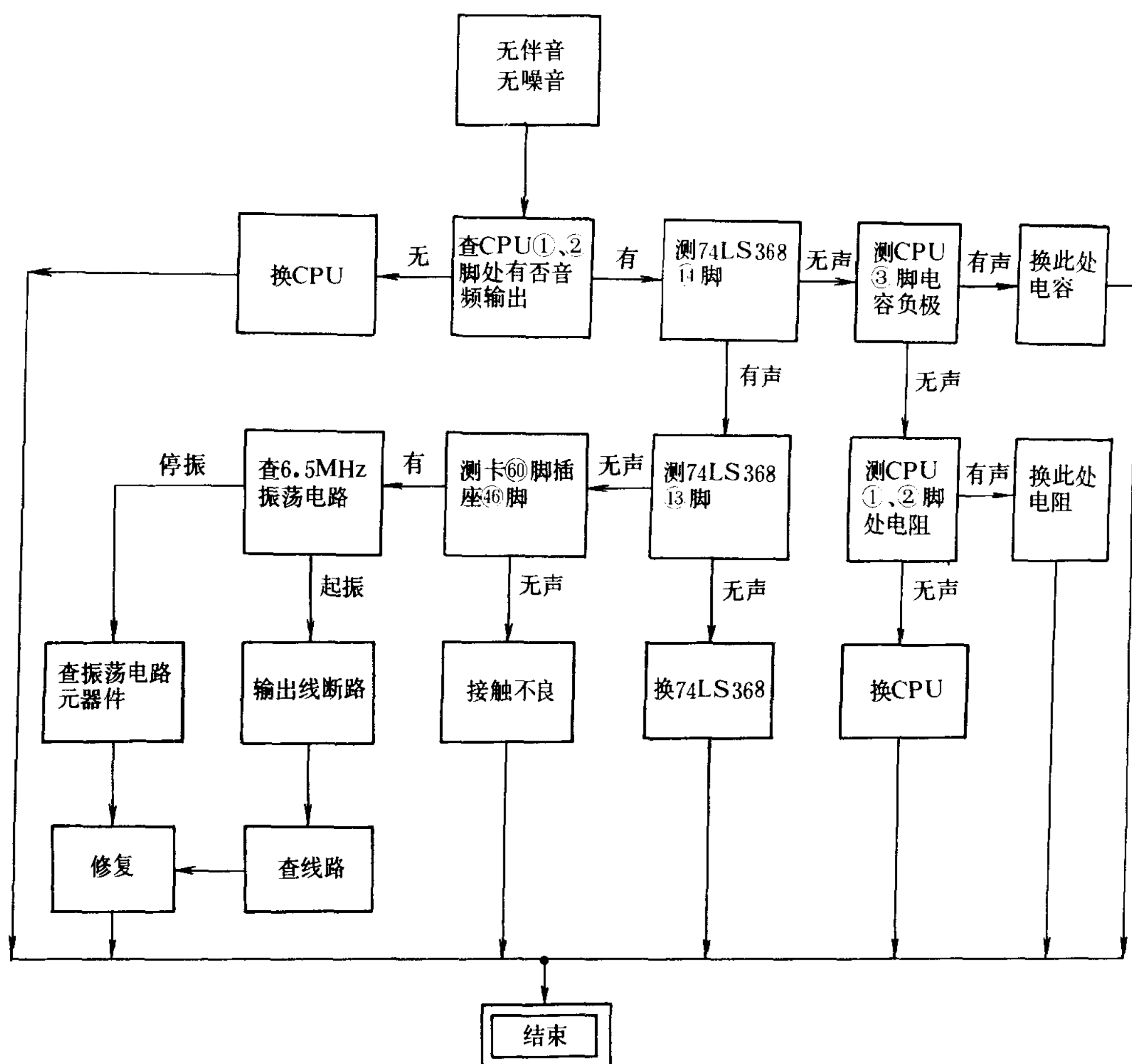


图 7.3.5 排除无伴音无噪音故障流程图

4. 学习机键盘电路故障

键盘电路由扫描式编码器、键盘 ROM、单键矩阵组成之。键盘 ROM 已由生产厂家按用户设计要固化。

键盘电路出现故障时，首先应确认是游戏机不兼容键盘，还是相反；其次要注意键盘与主机联接电缆是否接好，电缆内部有无断线，按键有没有短路情况，接触是否良好等。若发现编码器、ROM 损坏，则只能更换。

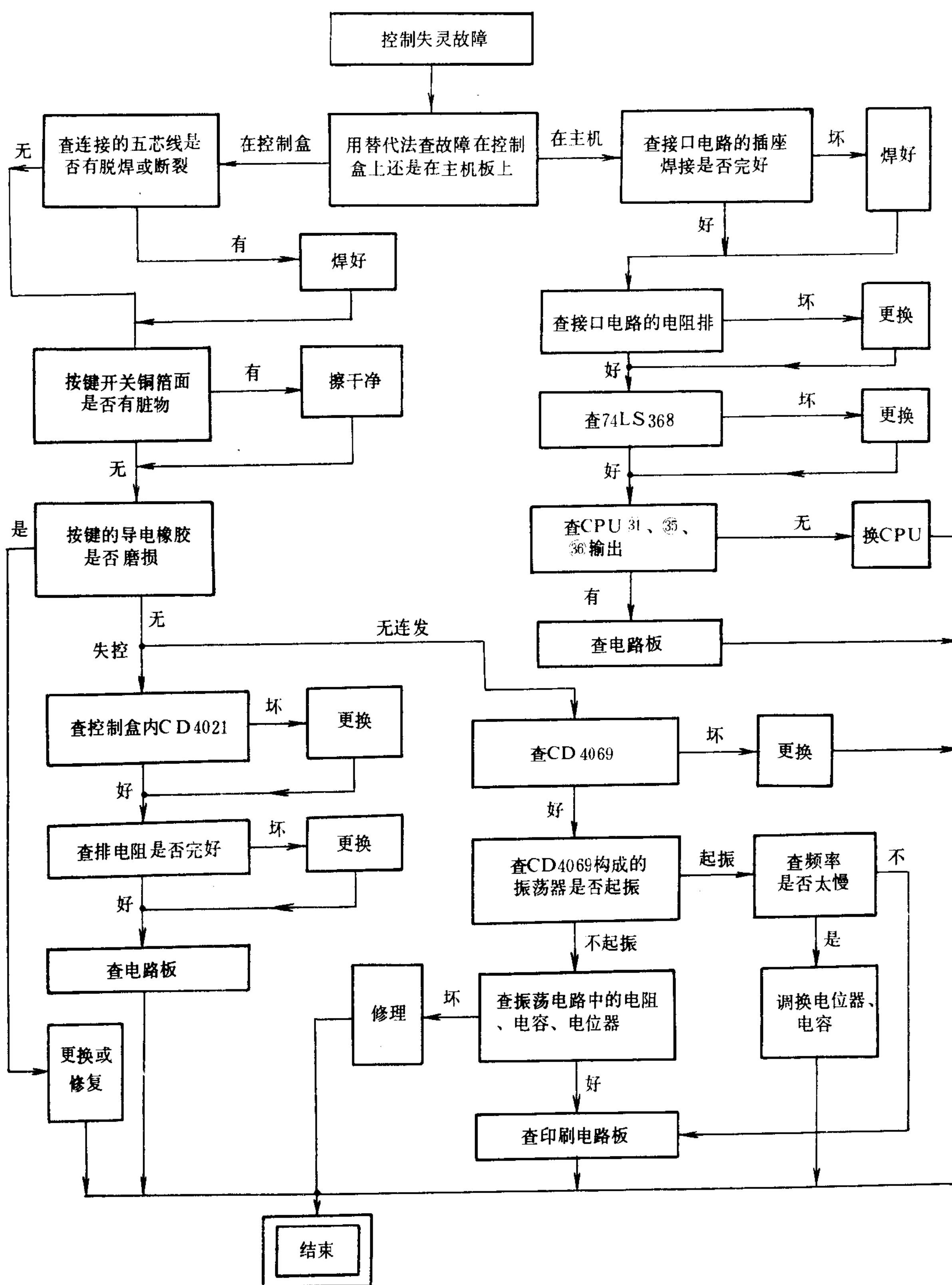


图 7.3.6 排除控制失灵故障流程图

5. 软盘驱动器故障维修要点

裕兴电脑学习机、天津新星电子公司16位电子游戏机配备了国际微机流行的3.5英寸软盘驱动器。这些软盘驱动器可以学习机、微机两用。

软盘驱动器最易发生故障的地方是驱动器烧毁和驱动器接口损坏。检查故障时，首先关机检查驱动器插口正确，无误后打开上盖，检查主机直流电源输出，自上至下有 -12V，-5V，地，+12V，+5V，如果无误，那就是驱动器和接口的问题了。

究竟是驱动器还是接口有故障呢？这时可将驱动器插头拔下，机器加电自检，判断主机、键盘输入正确后，关机。重新加入驱动器，加电。在监控状态下，输入有关运行程序，再观察 ENBL 处有没有 0～3.6V，500Hz 的负脉冲。若有，说明接口电路良好，问题发生在驱动器上，否则故障在接口电路上。

§7.4 手掌式液晶显示游戏机故障分析和维修

手掌式液晶游戏机电路简单，维修比较方便。它的常见故障及维修方法如下所述：

1. 无显示、无音乐或信号声

这种故障主要由电源电路引起。首先检查电池电压，若太低则应更换新电池；若正常，则应检查接线、按键是否存在断路、接触不良等问题，如发现这类问题，则要接通，或用无水酒精清洗污垢。往下就是检查印制板电源线路铜箔是否断裂、IC 块管脚有没有脱焊。

2. 无显示，蜂鸣器鸣叫不停，各功能键不起作用，无法游戏

发生这种故障，常见的原因是停振、晶振或振荡电阻不良、脱焊、电池电压不足。维修时，可换新电池，或者换新晶振，也可用数字显示式电子手表中的晶振代换。如发现晶振漏电，还可用电烙铁对晶振进行加热处理，继续使用。

3. 显示混乱模糊

这类故障产生的原因稍为复杂，维修时按以下几步进行：① 检查印制板上正、负电源接线焊点电压及 IC 块 V_{CC}电压是否正常；② 用万用表 $R \times 1\Omega$ 档检查按键电路板与主电路板上的连线及印制板上铜箔线路的通断情况；③ 取下主印刷电路板，检查液晶屏边上两根传导条是否接触良好，同时用脱脂干棉球反复擦去印刷电路板、传导条、液晶屏上的污垢，使它们保持良好的接触；④ 更换磁片电容和晶体。以上几步进行后，故障还是存在，则是液晶屏绝缘性能变差和漏液，则可以更换或者设法维修。维修的方法是：将液晶屏放在 60W 白炽灯下烘烤 30 分钟左右，距离多少以液晶屏不烫手确定；或者用海绵包住液晶屏（留在液晶屏两片玻璃的结合缝），放在小手台钳中央，夹到一定程度后，用棉球吸去两玻璃片缝隙渗出的液体，然后在缝隙处涂上适量的 502 胶水，待凉干后即可。

4. 有显示，但无声

这种故障说明电源电路、主电路板均正常，故障应发生在蜂鸣片、蜂鸣片连线、三极管放大电路。这时可用万用表 $R \times 1\Omega$ 档测蜂鸣片连接线及有关线路的通断情况，在确定无断路现象时，焊下连接线，把表笔搭在蜂鸣片两接线点上，此时若还是无声，说明蜂鸣片已坏，应更换之；若有声，说明放大电路损坏。再检查二极管、三极管、滤波电容。

5. 显示时无规则闪烁，时好时坏；或数字出现缺划，不能操作，甚至无声

首先检查电池，若电压不足更新；检查电池室边上触点簧片的接触，检查有没有受潮情

况，检查晶振。

6. 安装电池瞬间，有显示，不久消失

这种故障说明IC没有损坏，主要原因在于晶体振荡器已损坏，或者是电池电压不足引起。

7. 接通电源后，无显示；当用手按动印板时，偶尔显示，不久消失。

故障原因应在部分电路与电源接触不良、存在脱焊、片状电阻有细微裂纹。若片状电阻损坏，可用电子表内的片状电阻代替。

8. 液晶屏有一竖行无显示

故障原因在于：显示屏电极或导电橡胶沾污，IC损坏，液晶显示屏碎裂；固定螺钉松动也是一个很重要的原因。

9. 按键失灵

图7.4.1是手掌式液晶显示游戏机按键结构，通常由塑料按键、弹性塑体、导电橡胶凸头及印刷板上的线路触点组成。按键失灵时，无法进行正常游戏。修理时取下按键，用酒精清洗触点，然后用万用表 $R\times 1\Omega$ 档，将两根表笔搭在导电橡胶凸头上。测电阻。若测得电阻为 100Ω 左右，则正常；大于 150Ω 以上，则经处理后才可继续使用。处理方法是在导电橡胶凸头上涂些炭灰或剪适量锡箔纸用胶水贴在上面。对于已磨损起毛或变形的导电橡胶凸头，可用剃须刀片削平，但不能削得过多，否则影响接通。

10. 按下"ON"键，无显示、全显示或乱说话

由于游戏机使用电池供电，CMOS IC损坏的可能性极小。主要原因在于电池与电池夹之间接触不良，使电路瞬间失电，因冲击电流导致IC控制逻辑暂时性紊乱，引起上述故障。可采用短路法，使IC各点电位相等，让紊乱得以恢复。具体方法是取下电池，用导线短接电压输入端。

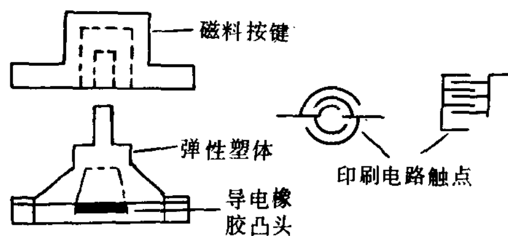


图7.4.1 按键结构

11. 部分键失灵、部分区间不显示

故障多为按键导电橡胶老化，或接触不良，条行导电橡胶有污垢。

12. 声音逐渐变低，直至无声

故障多为蜂鸣片接触不良、断线、放大电路出现脱焊、松动等现象。

§7.5 大型游戏机故障分析和维修

开关电源、电脑板、扫描板是大型电子游戏机的三大主要部件，本节所介绍的大型电子游戏机故障分析和维修内容，仅对此三个部件及由它们产生的故障而言。

一、开关电源故障分析和维修

§5.2以及图5.2.2已经介绍了大型电子游戏机开关电源的工作原理以及开关电源电路图。从图中可以看到，它们的电路结构简单且无专用IC块，这便于维修；+5V、-5V、+

12V 三路直流输出具有独立的稳压系统，稳定精度高，互不影响；设置了光、磁隔离，有较好的安全性。另外，由于机壳兼具散热与高频隔离、功率管又具有保护环节，所以这种开关电源中功率开关管损坏的可能性要比普通的开关电路中开关管小得多。

但是，开关电源工作电压为 220V/110V、工作电流也可高达 1A ~ 10A，还存在瞬态响应、过流冲击等问题，引起各种故障还是在所难免的。

修理开关电源时，应备有隔离变压器，最好再配上调压器，这是由于安全考虑以及有效防止故障扩大。

开关电源的常见故障有以下四种：

1. 保险 FUSE(2A)烧坏

首先检查电桥 BD(图 5.2.2 中的 W10)，因为整流电桥中的二极管由于在开机瞬间易受浪涌电流的冲击，容易损坏击穿，从而引起保险管的烧坏。其次要检查开关管有没有损坏，因为在正常工作时其集极脉冲幅值可高达 400 ~ 500V。如果开关管已经损坏，决不能马上更换就进行通电试验。此时要加以分析，在通常情况下，开关管损坏是由于其它元件损坏引起，例如一旦开关电源停振，则开关管将处于直流导通状态，直流高电压加在开关管集极上，引起开关管损坏，所以要查清停振的原因。同时，开关管损坏，又要引起连锁反应使其它元器件损坏，从而扩大故障。在通电试验时，利用调压器从 0V 开始缓慢升压，并同时用万用表监测电源输入端限流保护电阻两端的电压，如过大则说明故障仍然存在，马上停止升压，而且将调压器调回 20 ~ 30V 处，再用万用表检测各点直流电压，寻找故障原因并排除。

2. +5V 直流电压高出许多

主要原因是振荡频率失控，应查找与调频稳压有关的元器件。振荡频率失控将导致各低压输出的大幅度升高，这一区域内的各种元器件所承受的电压、电流就有可能超出允许的极限值，所以首先要检查这一区域内的元器件有没有损坏，发现损坏者更换。更换后不能马上加高压，还应当用调压器从 0V 开始慢慢上升，同时监测 +5V 输出电压。若实际输出达 +6V，此时立即停止升压，找一只 200kΩ 左右的电位器串联一个 50kΩ 左右的电阻，与光耦合器 4N35 的⑤ - ⑥相联，调节电位器使串联电阻值减小。如果 +5V 处输出电压随之减小，则故障发生在光耦合器⑤、⑥端前面的部位，此时再用万用表检查 4N35②端处电阻 R_{15}两端电压，如无电压，则 4N35 已损坏；如电压正常则应检查 TL431C(或 LM431)及有关的阻容元件。如果 +5V 处输出电压不减小，说明 4N35⑤ - ⑥端已坏，与其有关的元器件也可能损坏。

3. 各组直流均无电压

这是由于初级未起振引起，而引起它未起振的原因又很多，不仅要查振荡电路，而且还要检查相关元器件。检查时，首先将 T2 主变压器连接的三个快速恢复二极管断开，利用调压器从 0V 起逐渐上升，同时监测开关管基极电位应有 0V→0.7V→0.3V 的过程，则故障应在变压器次级去查找；若没有这个过程，则故障发生在初级。如故障发生在次级，则可以逐路接通三个二极管，检查一下究竟哪一路箝住不能起振；若在初极，则视开关管基极电位大小而定：① 若恒为 0V，说明开关管、脉宽调制管等元器件击穿短路；② 若 > 0.7V，则应查脉宽调制管、图 5.2.2 中的 Q3、C7、D10；③ 若无问题，则主变压器 T2 损坏。

4. 加上负荷时出现叫声，图象上有纹波和扭动

通常原因是滤波电容变质、损坏，或 4N35 性能变坏。

二、电脑板故障分析和维修

电脑板的维修是较复杂的，维修时首先要从插头和对外连接关系入手。电脑板都是通过双面印制板插头和双排印制板插座与外部交连，外部连接线全部焊接在双排印制板插座的引脚上，插座直接插在电脑板的印制插头上，电脑板插头引脚序号规定：电脑板元件面朝上，插头引脚在下方时，最左端为①脚，元件面为 A 面，引脚分别为 A1、A2……，焊接面为 B 面，引脚分别为 B1、B2……。

不同的电脑板，虽然结构不同，电路不同，软件和汇编语言不同，但对外连接关系基本相同，这给维修带来方便。图 5.3.1 已经给出了普机电脑板插头引脚功能以及与系统的接线关系图。有些游戏机在电脑板和系统之间增加了一组过渡插头座，这是由于所使用的电脑板的插头引脚定义与该游戏机原配电脑板不统一。所以维修和更换电脑板时，应首先按下列步骤弄清楚引脚，再用过渡插头座使电脑板信号与游戏机上插座引脚信号一一对应，或将原插座连线按新电脑板要求调整焊接好。

第一步：先找到电源线和地线。电源线在印制板上都很宽，很直，占用 4～6 个引脚。

第二步：找到图象信号线。将电脑板接通 +5V 电源，利用示波器测量插头各引脚信号，从几十根线中找出同步信号(S)、红(R)、绿(G)、蓝(B)4 根线。具体方法是，S 信号接入扫描板的"S"端、R、G、B 的任一端分别接入扫描板的 R、G、B 端，根据画面的颜色反复进行试接，对号入座找到它们。

第三步：查找投币控制线。前两步进行后，屏幕就能显示稳定的彩色画面，并能自动运行程序。此时可以查找投币控制线。方法是：取一根半米长的导线，一端接地，另一端碰触电脑板除上述引脚之外的其它各脚，边碰边观察画面有无变化，若有变化则说明该引脚即是投币控制脚。此时，可将该点接到投币器的开关上，投币开关的另一引脚接地。将电源开关关掉，稍候再打开，用铜币投入投币器试验，若能启动游戏机，则已找到；否则重复上述过程，直到找到正确的投币控制线为止。

第四步：查找喇叭线。将喇叭的一端接地，另一端串一只电解电容(10μF)，电容的正端分别接触剩余各脚，当投币开关接通后伴音正常时，此时所接触脚即为喇叭线管脚。

第五步：查找"单打"、"双打"控制线。电脑通电，游戏程序正常运行的情况下，用一端接地的导线逐一碰触剩余各脚，若显示屏幕上出现"1PLAY"字样时，则该脚为"单打"控制线；若显示"2PLAY"，则为"双打"控制线。

第六步：其它控制线的区别方法：剩余各脚为两组控制信号，分别为"上"、"下"、"左"、"右"、"炮 1"、"炮 2"、"启动"。先设定在"单打"状态，使待测各脚瞬间接地，当屏幕画面变化，游戏开始时，短路脚为"启动"控制脚；然后再继续触碰其余各脚，若向"左"移动，则为"左"控制线，依次类推。

表 7.5.1 为电脑板常见故障及处理方法。

表 7.5.1　电脑板常见故障及处理方法

有关电路	故障现象	处理方法	常用IC型号
EPROM	图象杂乱、屏幕出现彩色斑块、死机	逐一拔出EPROM(或ROM),用同种程序替代,若故障排除,则该器件损坏	2716、2732、2764、27128、27256、27512
I/O电路	有某项动作无法控制,全部控制失灵	把该控制引脚对地短路,仍无效,则为I/O芯片损坏	74LS240、74LS244、74LS273
同步电路	图象无法同步	更换IC	74LS244
CPU	图象无法起动	更换CPU试之	6502、Z80A、8088、68000
声音处理电路	无声音输出,但功放电路完好	更换同型号的声音处理器	AY-3-8910、AY-3-8912
功放电路	无声音输出,从其输入端加干扰信号仍无反应	检查外围电路无问题后更换功放IC	TBA810 LM380

三、扫描板故障分析和维修

图5.2.9已经给出了大型电子游戏机扫描板电原理图,图5.2.10至5.2.13给出了各种常用型号的实际电路。从这些图中可以看出它们的基本电路就是彩色电视机的扫描电路加上三色放大电路组成。

1. 稳压电路

这是串联稳压电路。判断它的故障时,可以从输入端开始,逐步向输出端展开。若整流滤波后,有150V左右的直流电压,则说明整流元件、滤波电容等均正常。再测量稳压输出端,应有+115V的电压。如果没有,则调整管损坏的可能性较大,应认真检查。关于串联稳压电路故障的检测,在前边有关章节中已有介绍,它引起的故障现象主要是无光。

2. 行扫描电路

行扫描电路的主要故障是无光栅。检测时,若行输出变压器⑩～⑪脚(图5.2.9)无几十伏交流电压,行输出管BG403集电极无几百伏左右的脉冲电压,则可以认为是行扫描电路有故障。

行扫描电路的常见故障是行振荡线圈损坏,修理时可以用收音机中周变压器磁芯改绕,图5.2.9左上方有数据提供,先逆时针方向绕204圈,然后抽头,再顺时针绕145圈。当然也可能是其它部位发生故障。这时可用示波器测行振荡管集电极电压波形、行推动管集电极电压波形、行输出管集电极电压波形。

3. 场扫描电路

场扫描电路的常见故障现象是图象呈一水平亮线。维修时可以用示波器观察场输出管BG303、BG304的发射极输出波形,如果没有输出则应检查BG301～BG302的电路,这些电路和场振荡都有关系;如果有输出,则应检查场偏转线圈是否接触不良。另外,当D404、R417、C417构成的消隐电路有故障时,荧光屏将出现满幅的回扫白线。

4. R、G、B三色放大电路

R、G、B三色放大电路的常见故障是缺红/绿/蓝,或者满屏回扫线,但背景光栅为彩色。维修时可用示波器分别观察前置放大级BG101～BG103的发射极电压波形。观察时,接上

电脑板，有信号源输入的情况下，观察该级的输出波形，若某一级无波形输出，说明该级有故障。还可以观察 R、G、B 输出电路的输入、输出波形，用以判断该级工作是否正常。另外，由于 BG107 为白电平电路，调整 W124，若全无反应，说明 BG102 电路有故障。

扫描板(威达)维修流程图如图 7.5.1～7.5.10 所示。

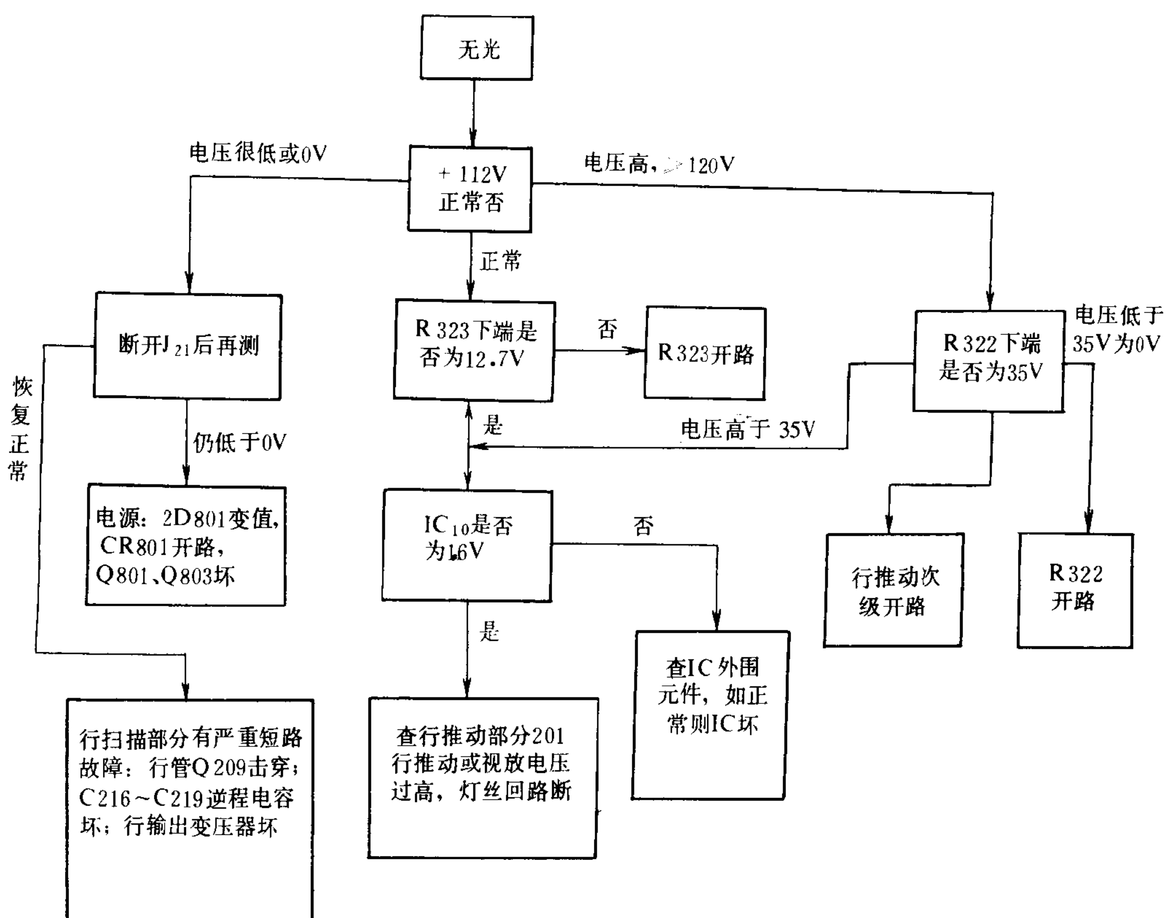


图 7.5.1　扫描板(威达)无光维修流程图

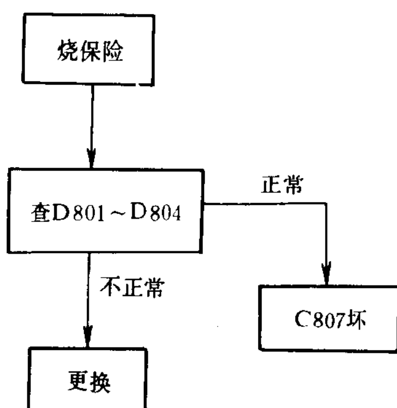


图 7.5.2 烧保险维修流程图

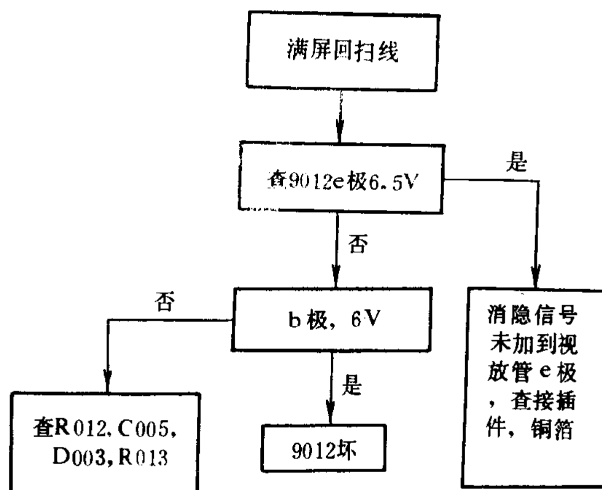


图 7.5.3 满屏回扫线光栅为白色维修流程图

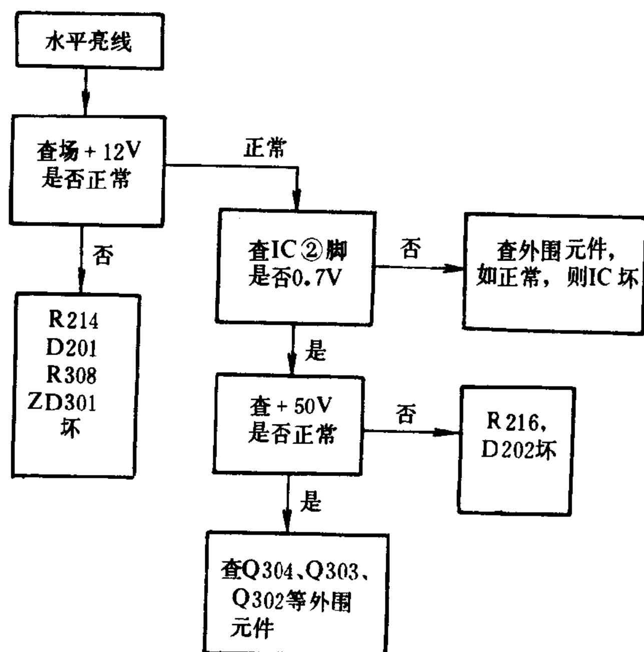


图 7.5.4 水平亮线维修流程图

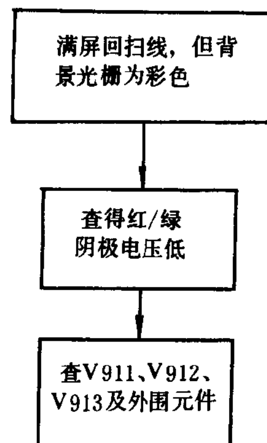


图 7.5.5 满屏回扫线光栅为彩色维修流程图

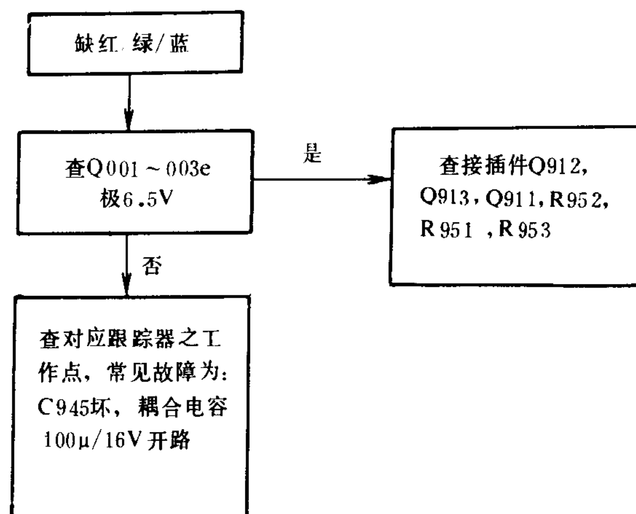


图 7.5.6 缺红/绿/蓝维修流程图

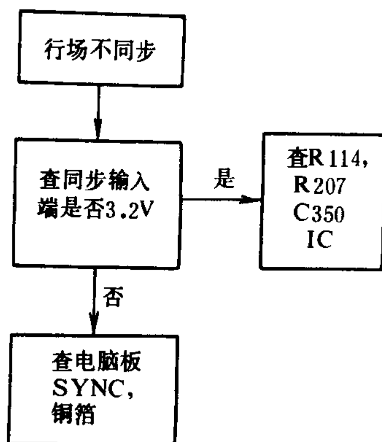


图 7.5.7 行场不同步维修流程图

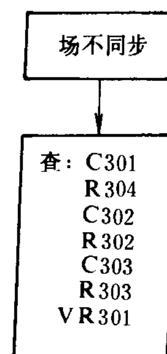


图 7.5.8 场不同步维修流程图

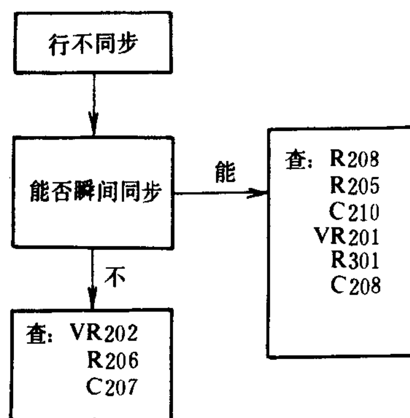


图 7.5.9 行不同步维修流程图

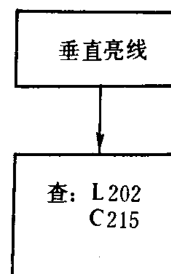


图 7.5.10 垂直亮线维修流程图

第八章　游戏机/电脑学习机故障维修实例

§8.1　“三无”——无光栅、无图象、无声故障维修实例

[**故障1**]小霸王学习机，有一盒4合1节目卡，插入学习机后，出现“三无”现象。

[**分析与检修**]多次用替换法检查，确认故障发生在学习卡内。打开卡盒，未发现装反现象，后用逻辑功能检测法测74LS74双D触发器，发现复位信号无效，更换74LS74，故障消失。

74LS74双D触发器是外接IC，该卡利用复位信号的后沿触发双D触发器，以便构成4种状态选择4种游戏存贮单元。现复位信号无法触发74LS74，说明内部损坏。

[**故障2**]任天堂737游戏机，开启电源后屏幕上无任何反应，无图象、无声音。

[**分析与检修**]用500型万用表直流50V档测试变压器输出插口、有15V左右电压。测7805输出端为0V，无输出，正常时应为+5V左右。用R×1Ω档在机测量，发现短路，C_{25}上方有明显缺口，焊下测量检测已经击穿。换上一只0.01μF的电容器，再用Ω×1档，红笔接地，黑笔接7805③脚，在路电阻30Ω，反过来接，在路电阻为12Ω。接上电源，故障排除。

[**故障3**]616红白机，每次在开机几分钟至十几分钟之后，游戏画面突然消失，关机再开也无法恢复。

[**分析与检修**]判断故障出在电源部分。打开机壳测量整机电流，高出正常值三分之一。触摸7805十分烫手，等画面消失后，测7805③脚已降至2V。说明芯片质量差，7805长时间处在过载情况下，因此一到温升极限便立即进入减流保护状态，画面随之消失。

在电源插座到7805输入端之间，串入一个7.5Ω/2W的电阻，以降低7805的消耗功率，故障消除。

[**故障4**]任天堂游戏机，开机指示灯不亮，出现“三无”。

[**分析与检修**]先用R×1Ω档检查外部连线良好。拔下整流插头，检测12~16V电压处正常。接着打开游戏机进行机内检查。先测7805③脚，为2.8V，而一般7805输出电压低于4V即会引起“三无”故障。

断开7805③脚，未插卡，测得整机静态电流为350mA，正常。再测①脚电压仅为5.6V。拔下整流器，发现整流输出电源线接反，对调电源接线，“三无”故障消除，但不到20分钟，“三无”故障又发生。此时发现7805散热片滚烫，用棉球饱蘸酒精紧贴散热片，故障消失。可以判断7805损坏、更换之，故障排除。

[**故障5**]任天堂游戏机，开机指示灯亮，但出现“三无”。

[**分析与检修**]指示灯亮，说明整流器、稳压电路基本正常，故障出在晶振、PPU、射频头等电路。打开游戏机盒盖，逐个测量IC块V_{CC}管脚电压，均正常。再测晶振电路，得到Q1集电极处电压为2V，比正常值低0.5V。用3000pF无极性电容短接晶体X1两端，Q1集电极处电压无变化，说明电路没有起振。更换X1，故障依旧。测Q1be结电压，仅为0.25V，且不

稳定。焊下 Q1,测得它的 β 仅为 8,太小,已不起放大作用。换一只 3DG120B,游戏机恢复正常。

[**故障 6**]任天堂 737 游戏机,出现“三无”现象。

[**分析与检修**]开头几步的检查方法同故障 5,发现电路没有起振。后用 33PF 瓷片电容并接 C33,“三无”故障消失。焊下 C33 测量,内部已断路、更新之。电容断路,用代换法检查效果较好。

[**故障 7**]任天堂 737 游戏机,开机大约十分钟,图象开始扭动,然后出现“三无”。

[**分析与检修**]当故障出现时,测得三端稳压块 7805③脚仅为 3.7V;于是断开③脚,测得整机静态电流为 350mA,动态电流(插上游戏卡)为 460mA,基本正常。说明故障在稳压电路或整流器。拔开整流器插头测量 14V 电压正常。代换 7805,故障依旧。后发现滤波电容 C_{20} 有漏电现象,至使 5V 电压降至 3.7V。更换后故障解决。

[**故障 8**]“小天才”IQ-301(原装),开机无光栅,指示灯不亮。

[**分析与检修**]测得 7805③脚为 +5V,正常;测得电源电路中电流 1.5A,判断有短路部位。将能拔下的元件逐一拔下,当从 J1 上拔下主控制盒控制线时,电流下降到 350mA,属正常范围。此时合上电源开关,游戏机一切正常。于是,打开主控制盒检查,发现 IC4021 已烧坏,调换 4021 后,排除故障。

[**故障 9**]世嘉五代 16 位兼容机(国内组装),开机后出现“三无”。

[**分析与检修**]按图 7.3.1 流程图进行检查,三端稳压块 7808 输出 +8V,正常。查时钟电路,无振荡波形,进一步检查发现晶振损坏,更换后工作恢复正常。

[**故障 10**]游戏机同上,开机后出现三无。

[**分析与检修**]世嘉五代 16 位游戏机电源电路同 8 位游戏机电源电路相同。按图 7.3.1 流程图进行检修,发现电源组件输出为 8V 左右,判断为整流二极管有断路现象,分别焊下二个二极管,经检查其中一个已经断开损坏,更换后故障排除。

全波整流滤波后输出电压应当是 $12V \times 1.2 = 14V$,12V 为电源变压器副边电压。现在测得电压是 8V 左右,$12V \times 0.6 = 7.2V \sim 12V \times 0.7 = 8.4V$,判断全波整流滤波变成半波整流滤波,引起电源组件输出电压下降。

§8.2 有光栅,但图象、伴音均出故障维修实例

[**故障 1**]小霸王电脑学习机,开机后出现无图象、无声故障

[**分析与检修**]小霸王电脑学习机出现无图象故障的原因,主要有五个:电源电路能否正常工作;主机和电视机的接线是否完好、正确;主机能否正常工作;检查电视机工作是否正常,是否在 VHF11 频道上;卡带工作正常否。无声故障的检查及处理方法,主要从四个方面去考虑;电视机的音量是否调整正确,能正常工作;电视机的接收频道是否正确;电视机的接收制式是否正确;卡带工作正常否。

按图 7.3.2 所示这类故障排除流程图,首先检查节目卡与卡座。拔下节目卡,发现 60 脚卡插座的铜片有一只被压扁,节目卡与 60 脚卡座没有完全接触上,这时可用尖嘴镊子将卡座铜片轻轻地调整成原样,再插上节目卡,故障排除。

[**故障 2**]任天堂 737 游戏机,光栅正常,无图象和伴音。

[分析与检修]检查 CPU③脚复位电平(按下时为 0V,不按时为 4V)、各 IC V_{CC}电压均正常。把节目卡放在正常机上使用,也无问题。往下测 CPU、RAM6116、74LS139 的工作电流分别为 148mA、2mA、6.8mA。从这个结果看,RAM6116 只有 2mA,比正常值低 3mA,不正常,更换后故障排除。

[故障 3]一台小霸王机,开机后出现无图象、无声音故障。

[分析与检修]按图 7.3.2 流程图,前面几步均未发现问题。往下断开 74LS139 IC 的 V_{CC}管脚,在其背上压上一片工作正常的 74LS139,接上电源,此时故障消失。这说明原来的 74LS139 已经损坏。

[故障 4]小天才 IQ-501 型游戏机,开机后无图无声,但有射频信号。

[分析与检修]检查调制板上的音频、视频载波两振荡回路工作正常。往下检查混频检出电路,测 D1 两端电压为 0V,于是焊下 D1,发现 D1 已经击穿。更换 D1 后,游戏机恢复正常工作。

[故障 5]世嘉五代 16 位机,插上节目卡后,图象上下跳动,伴有明显的交流噪音。

[分析与检修]图象扭曲、上下跳动,通常是由于电源电压不稳,节目卡弹簧片松动接触不良所引起。

检查电源盒,焊下整流二极管,用 R×10kΩ 档测量,发现其中一只二极管的反向电阻不是很大,更换后故障排除。

二极管损坏后,直流电压中的交流成份增加,所以电压增高,当用交流成份较多的电压加在游戏机上时,光栅会出现扭曲、图象滚动,且会出现交流噪音。

[故障 6]游戏机同上,开机后不久,屏幕上出现网状干扰纹,伴音有噪音,调整振荡线圈的磁芯无用。

[分析与检修]判断问题应在电源部分。检查 7808 稳压块③脚为 +8V,正常,但 20 分钟后,散热板温度高达 80℃。拆下滤波电容,发现已变质漏电,更换,故障消失。

为了彻底解决 7808 功耗大的问题,又拆去变压器次级线图 3m,从原来的 16V 降至 12V,为正常值,7808 功耗降低,散热片温度随之下降。

[故障 7]世嘉五代 16 位游戏机,开机后,出现两条水平干扰线,伴音中有严重的干扰声。

[分析与检修]图象中出现两条水平干扰带,主要是由于焊点松动、接插件接触不良、电源电压浮动引起。

打开主机,测 +8V 电压,正常,但数字稍有变化,不稳定。检查 7808 焊点,各元器件,均完好。再测主机上各 IC 的 V_{CC}也有漂动,断定干扰条纹是由于电源电压波动引起。更换 7808 后,故障消失。但干扰声还存在,用小螺丝刀调整 6.5MHz 伴音振荡线圈的磁芯,交流干扰声消失。

[故障 8]超级任天堂 16 位游戏机,图象破碎,无伴音,喇叭中有轻微的交流声。

[分析与检修]图象破碎,首先要检查 PPU 电路,采用叠加法判断,判定 PPU 损坏,更换后故障消失。

游戏机中的 PPU 是个“娇弱”的 IC,对外电路的变化极其敏感,遇有不正常的短路、开路、过载或开机时的电源浪涌电压冲击,都会引起它内部的损坏。

[故障 9]IQ-501 小天才游戏机,有图象但无彩色、无伴音。

[分析与检修]从 AUDIO 音频输出插口引出信号至扩音机可听到正常伴音。考虑到这是台湾采用 NTSC-M 制,引起上述故障。

焊下射频盒,打开盒盖,用两只 47PF 的瓷片电容代替 100PF 的电容;再用 PAL 制的 PPU6538 芯片替下原来的 6528。改制完毕后,插上游戏卡,故障解决。

[故障 10]一台 16 位游戏机,在 11 频道处,似有信号却收不到,仅在 H 段有一很不稳定且有反色的图象,伴音低频较浓。

[分析与检修]判断故障是由射频盒图象载频调制器电路故障引起,测量该电路各项电压均正常,但焊下二只高频二极管后,发现均有漏电现象,且反向电阻为 150kΩ。更换两只 1N4148,故障排除。

[故障 11]机器同上,在无声时图象正常,有声时图象充满雪花。

[分析与检修]焊下射频盒音频输入线,图象立即正常;换一个射频盒,故障还是存在。检查主机伴音输出电路以及 CPUZ80、M68000,未见异常。后来,用代替法换主 74HC368,故障消失。

§8.3 伴音正常、图象混乱故障维修实例

[故障 1]小教授 16 位游戏机,图象部分破碎,伴音正常。

[分析与检修]图象破碎伴音正常,表示 CPU 电路正常,能调出游戏程序,故障应发生在图象形成电路。与故障有关的元件有 PPU、74LS373、RAM、60 脚游戏卡插座。

先用万用表检查各元件间的连接情况,均正常;用替换法检测 PPU,故障依旧存在;将 PPU 拔下,用逻辑分析法检测 373,结果也正常;最后用替换法检测 RAM,发现故障消失。说明原来的 RAM 损坏。

[故障 2]机型同上,游戏程序正常,出现一些多余图案。

[分析与检修]问题应出在 CPU 和 PPU 电路,因为其它电路元件损坏后不会使游戏机出现"多余"画面。试换 PPU,故障依旧。该机采用双 CPU 结构,用叠加法判断它们的好坏。切断 68000 的⑭、㊾脚的供电端,再切断⑯、㊸脚的接地端,用一片好的 68000 叠加在被检测的 CPU 的上面,再连好供电端、地端。通电试验后,工作恢复正常,说明原来的 68000 已经内部损坏。

[故障 3]世嘉五代 16 位机,图象上下跳动,但游戏伴音均正常。

[分析与检修]该故障说明游戏机输出信号中同步信号异常。拨动一下兼容开关,故障依旧,说明不是游戏卡标准不对的问题。往下检查晶振电路,发现其中 CD4011 内部损坏,更换后恢复正常。

[故障 4]DY-616 游戏机,有光栅无图象。

[分析与检修]按图 7.3.3 所示流程图,卡座、CPU、PPU 均未发现问题,后在印刷线路板的适当部位划断 139、6116 的电源电路,测出这两个 IC 的工作电流,均近于零。可以初步判断 IC 可能损坏。用破坏法拔下 139 后,装上插座,插上好的 139,再按"结点图表"检查 139 的连线无误,通电试机,故障排除。

[故障 5]智力宝 WH-328 游戏机,有光栅无图象。

[**分析与检修**]此机型的CPU、PPU均装有插座,代换处理、60脚插座刮削处理、主线路板又按"结点图表"查,均未排除故障。插上游戏卡加电源,在彩电荧光屏上呈现正常光栅的情况下,用小螺丝刀的刀尖逐一碰撞CPU的各脚,当碰撞④脚时,荧光屏上出现正常的图象。再将游戏机轻轻振动,图象又消失。拔下CPU,发现插座簧片已松软,其中④脚有断裂痕迹。用斜口钳将插座剪断,用烙铁逐一焊下各脚簧片,仔细透通各脚孔眼,装上一个新的40脚插座,插上CPU试机,故障消失。

[**故障6**]任天堂16位游戏机,有光栅无图象。

[**分析与检修**]用破坏法依次拔下139、6116、主368后,故障仍存在。后发现主线路板上排电阻阻值不一致。排阻①~⑧均为10kΩ,而从⑨脚开始为40kΩ以上。仔细观察,发现排阻⑨~⑩之间有裂纹,更换后故障消失。

[**故障7**]妙博士16位游戏机,有光栅无图象。

[**分析与检修**]按图7.3.2流程图检修,均未发现问题。后对照晶振电路,发现复合管基极接地的瓷片电容有错,应当是51p,现为220p,改换后,故障消失。

[**故障8**]任天堂红白机,开机后,画面模糊不清,另有一个大体的轮廓。

[**分析与检修**]按图7.3.3的流程图检修,未发现问题。后经分析认为,此机为香港早期组装产品,试用东芝368替换原来的主368,故障立即消失。

[**故障9**]世嘉五代16位机,满屏幕无规律的"起花"。

[**分析与检修**]在游戏机修理中,"起花"是较难处理的故障。引起图象"起花"的主要部位是PPU、图象存贮器、373、卡座、主368等。PPU引起的"花",仅在画面的局部出现,图象存贮器和地址锁存器引起的"花"能布满整个画面而且很好看。存贮器引起的"花",从左右方向看,是每隔一段距离出现相同的花纹图案,而锁存器引起的"花"表现为上下方向有规律的变化或断层现象。主368引起的"花"状以彩色积木或者方块的形状,有时字母阿拉伯数字排列其中。60脚卡座接触不良时也会引起"花",其特征是在正常的图案上增加了上下方向呈条形状的"花"。

现在故障上述因素应当排除。后经细心检查,是PPU的㉛脚连线呈断路状态,373的⑰、⑱、⑧脚对外连线均断开。上述四组结点连通后,故障排除。

[**故障10**]世嘉五代16位游戏机,开机后游戏画面不稳定,左右扭动。

[**分析与检修**]从故障现象分析,应与电视机、游戏卡都有关。但经检查后,均正常。故障依然存在说明问题在主机内部。拆机后测7805③脚为+5V,继而测各IC的V_{CC}端,发现均在3.5V~4.5V间无规律波动。这是很不正常的波动范围,为此先检查电源开关SW(经SW后电源送到V_{CC}端),发现开关SW触点严重烧毛,经处理后装上,电压恢复稳定,故障排除。

[**故障11**]机型同上,游戏进行中画面突然消失,满屏幕呈浅绿色。

[**分析与检修**]按图7.3.3流程图进行检修,发现当故障出现时+5V电压有一下降摆动,但又恢复正常。于是对电源电路进行检查,当摇动+9V输入插头座J时,电压瞬间下跌,故障也同时出现。这是插座J有问题引起,后发现其负极端的焊接是虚焊,造成接触不良,补焊后故障排除。

[**故障12**]世嘉五代16位游戏机,开机后无图象,屏幕一片蓝色。

[**分析与检修**]按图7.3.3流程图进行检修,未发现什么问题,IC各脚电压值也正常。拍

一下复位开关，图象出现了，再按一下复位开关图象又没有了。仔细察看，看不出什么问题，用万用表测量复位开关之间电阻，发现此开关一直处于常闭状态，等于短路，引起无图象。于是更换一个复位开关，故障排除。此类故障发生的原因，在维修中也应注意。

[故障 13]妙博士 16 位游戏机，开机后电视机只显示网状细彩条图象，按下复位键，无图象显示。

[分析与检修]和这种故障联系的元件比较多。先检查电源电路，正常；再检查射频头，也没有发现问题。于是检查主机，用示波器测量 PPU、CPU 的 CLK 信号，结果是 PPU 的 CLK 信号正常，但 CPU68000 的 CLK 信号(⑮脚)没有。对 68000 的 CLK 信号产生电路进行检查，检查结果在 XT 晶体两端没有正弦波振荡波形。于是用万用表检查电路，发现电阻 R_{12}已经开路，原阻值是 220kΩ，更换新电阻后，故障排除。

[故障 14]16 位世嘉五代游戏机，开机后，画面上没有片头，仅有矩形光栅，周边黑色，中间为某一颜色。

[分析与检修]出现这种故障，说明 CPU68000 不能正常工作，时钟信号正常。68000 不能正常工作的原因有两种可能性：68000 的复位脚⑱对地短路，致使 CPU 不能正常启动工作；电路漏电。由于游戏机主机板采用高密度的双面印刷板，路间存在分布电容，游戏机使用一段时间后，容易发生漏电现象，使得机器发生故障。经检查，是 68000 的⑱脚对地短路，清除故障后，恢复正常工作。

[故障 15]16 位游戏机，白天工作正常，但晚上玩节目时，彩色光栅变成灰白色，且伴有黑横带干扰，始终调不出图象。

[分析与检修]于是检查电源电路，整流器输出仅为 9V，说明整流电路有问题。测四只整流二极管在路电阻，正向电阻均为 2kΩ，反向电阻为无穷大，正常。往下检查滤波电容，发现已不能进行充放电，焊下测量已呈断路状态。于是用 2200μF/16V 电解电容更换，整流输出恢复到 12V，这样消除了故障，再不出现白天晚上工作不一样的情况。

[故障 16]一台世嘉五代 16 位游戏机，无彩色。

[分析与检修]用示波器测得主机机芯三原色信号输出正常，且射频盒正常，可以判断为色彩调制合成电路故障，试换 IC13 CXA1145P，故障依旧，检查其外围元器件，发现串焊在 IC13⑰脚的无脚小电容阻值为 0Ω，焊下小电容测量，电容短路，用一只 1000PF 小电容补焊上，故障消失，彩色出现。

§8.4 无光栅或光栅不正常故障维修实例

[故障 1]世嘉五代 16 位游戏机，无光栅，电源指示灯不亮。

[分析与检修]按图 7.3.4 所示流程图，应先检查电源电路。测三端稳压器 7805 输出电压为 +5V，正常。用电流档测出电源电路中电流为 1.5A，说明有短路存在。经检查该机已有人动手修理过，但将接地的 J1 插接到接电源的①上去了，引起短路。调整后，故障排除。

[故障 2]机型同上，无光栅。

[分析与检修]打开主机后，测得 7805 输出电压为 4.8V，还属正常范围。再查各 IC 的 V_{CC}端，发现 PPU 的 V_{CC}为 3.7V，其它均正常。PPU 接电源电路的⑩脚接有一个硅二极管，使电源电压下降 0.6～0.7V，其正常值应在 3.9V～4.2V 内。现 PPU 电源电压偏低，经调换二

极管后，PPU电源电压上升到正常值，游戏机恢复了正常功能，故障排除。

[故障3]小霸王中英文电脑学习机，无光栅。

[分析与检修]按图7.3.4流程图，应先检查电源。小霸王中英文电脑学习机使用电源为交流220V，经专用稳压电源输出直流9V，再经电源插头与主机相连。电源为桥式整流滤波电路，无负载时为+15V，加负载后正常值为+9V 现用万用表测得输出为10V左右。焊下四个二极管，经检测未发现问题；焊下电容，经检测已损坏。更换后，故障消除。

[故障4]机型同上，无光栅。

[分析与检修]测量电源电路电压，正常；再测主机各IC的V_{CC}端电压，也均正常。PPU经代换后，仍无光栅。小霸王学习机有主、副手柄各一个，现将无故障的学习机上的副板焊下来接在待修机上，结果光栅正常。插上节目卡试机，工作正常，说明问题出在副手柄上。

[故障5]世嘉五代游戏机(16位)，无光栅。

[分析与检修]利用"电压法"、"电流法"检查未发现问题；再设法用同一型号的好机进行分部位判断法，发现问题在射频盒内，调整载频的线圈磁芯破碎，线圈松动，引脚与敷铜板连接处已断开。对以上问题进行处理，故障排除。

[故障6]机型同上，光栅上有严重的网纹。

[分析与检修]经用"分部位代换法"检测射频头，排除故障。打开待修机的屏蔽盖，发现射频输出插孔孔脚与射频盒线路板的连接处已脱焊，印刷电路板的铜皮已扯断。重新处理后故障排除。

§8.5 无伴音故障维修实例

[故障5]世嘉五代16位游戏机，在用射频(RF)时，工作正常，但使用立体声耳机输出状态时，有图象无伴音。

[分析与检修]世嘉五代16位游戏机立体声音质很好，立体感很强，因此耳机输出很重要。打开机盖，发现有一双16位脚IC与耳机有关，IC型号为AN7108，为双声道伴音放大器，怀疑AN7108损坏。AN7108可以和CXA1005P、CXA1034P、D1005P、KA22132直接代换。用KA22132代换后，耳机输出功能恢复正常。

[故障2]机型同上，有彩色无声音。

[分析与检修]世嘉五代16位游戏机，可直接连接香港或中国线路的家庭电视机，机上有立体声耳机插口，可连接立体声音响设备。但是，有一部分世嘉五代16位机输出采用PAL-I制或NTSC制，这两种游戏机用普通国内彩电收看时，会出现上述故障。

对于PAL-I制式的世嘉机，更换射频头或者将原射频头的伴音振荡器的中心频率调为6.5MHz，就能消除上述故障。

对于NTSC制式的世嘉机，可以进行改制。NTSC制式的世嘉机的彩色全电视图象信号生成部分均采用了日本SONY公司生产的CXA1145P双制式调制IC块。图8.5.1为它的全电视信号生成简图。

这类世嘉机可以进行两种改制：图8.5.2为输出标准PAL(50MHz)制彩色全电视信号简图；图8.5.3为从⑳脚输出PAL(60MHz)制彩色全电视信号简图。根据以上更改后，可以从CXA1145P⑳脚取出全电视PAL信号，从⑨脚取出伴音信号，再加上PAL-D制射频调制器后

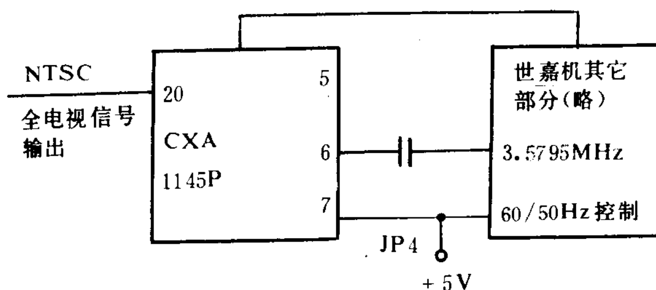


图 8.5.1 全电视信号生成简图

就能生成标准的 PAL-D 制或非标准的 PAL(60MHz)的电视射频信号。

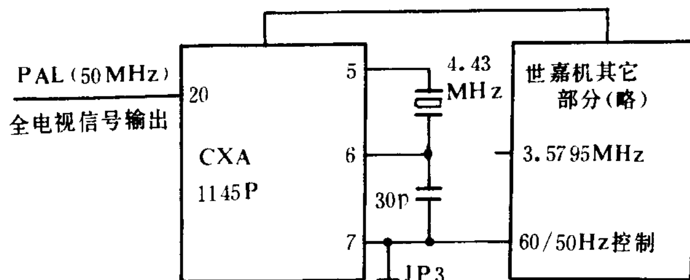


图 8.5.2 输出标准 PAL(50MHz)制彩色全电视信号简图

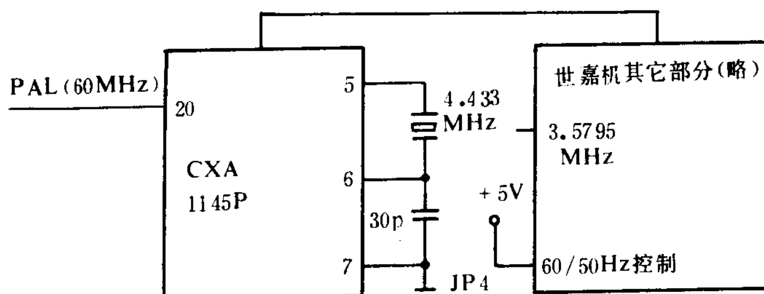


图 8.5.3 输出标准 PAL(60MHz)制彩色全电视信号简图

[故障 3]超级任天堂 16 位游戏机,有图无声。

[分析与检修]有图无声,应按图 7.3.5 流程图检修。前面几步未发现问题,后用高阻耳机串电容监听接线板伴音端,有声音,说明故障发生在伴音电路至调制器中的伴音载频振荡器之间。打开调制器屏蔽盒,重点检查 6.5MHz 振荡电路,结果发现振荡管射极旁路电容漏电,更换后恢复正常工作。

[故障 4]超级任天堂 16 位游戏机,有图无声。

[分析与检修]伴音信号是模拟信号,在检修中可采用信号跟踪法判断故障点。用一只高阻抗耳机(300Ω 以上),一端串一只 3.3μF 电容,另一端接地,然后沿伴音信号传输路线依次测听各有关点是否有伴音。伴音在哪一点消失,说明这点到前面电路中有故障。

检测结果,发现 74HC368⑫脚有伴音,⑪脚无伴音,说明 74HC368 内部损坏,更换后故障排除。

[故障 5]世嘉五代 16 位游戏机,伴音失真较大。

[分析与检修]这种故障说明电路中有元器件损坏。用小改锥(无感型)调整射频盒中6.5MHz伴音振荡电路的电感磁芯,伴音未有改善。用高阻耳机测听CPUZ-80伴音信号,正常无失真。顺信号传输电路依次检测各元件,发现在伴音放大电路中,电解电容处的伴音发尖,严重失真。经检测,发现Z-80伴音输出端的电阻开路,更换后故障排除。

[故障6]任天堂红白机,尖叫。

[分析与检修]游戏机有声,说明声音通道基本没有问题;尖叫,说明问题在于高频滤波不良。先检查卡座至射频头音频进线之间阻容滤波元件,未发现㊻问题。于是又查7805的输入和输出电路的两个电解电容,又没有问题。往下试着在7805③端对地之间加接一个0.047的瓷片电容,尖叫明显变小,故障基本排除。

[故障7]小霸王中英文电脑学习机,声音很小,增大音量后,噪音严重。

[分析与检修]声音小,说明声音通道正常,只是声音放大部分有问题。后将主368的⑬脚断开,增加一级三极管放大电路,故障基本排除。

[故障8]小教授16位游戏机,使用一段时间后,图形伴奏音乐逐渐变低,直至无声。

[分析与检修]检查内部线路,发现动圈式扬声器的线圈脱了出来,并且有一线头已断开。于是,将断开处的线头重新焊好,还可用绝缘漆滴在动圈线圈和磁铁间隙处(漆不能太多)。漆干燥后,再安装好塑料外壳,进行试机,故障排除。

§8.6 控制电路、光电枪、键盘故障维修实例

[故障1]世嘉五代16位游戏机,自动演示正常,控制按钮全部失灵。

[分析与检修]按图7.3.6流程图,检查手柄的插头接触良好,各导电橡胶和印板上触点均正常。往下检查,发现IC1的⑧脚与⑯脚之间无5V电源电压,说明此故障是由于无+5V电源电压所致。于是又检查手柄供电电路,发现多芯电缆中黑色芯线(地线)与插头⑧脚不通,试将电线距手柄根部3cm处剪断,重新将9根芯线逐一照原样焊牢,通电试机,各键恢复正常。

[故障2]机型同上,主手柄控制正常,副手柄无法控制左右移动,其它功能正常。

[分析与检修]先将主副手柄交换使用,插入副手柄插座的主手柄同样存在控制左右失灵,这样可以认为故障不在手柄,而在主机内部。打开主机,主机内部的SEGA315-S402专用IC的控制左右的输入端子内部损坏,经更换后,故障消失。

[故障3]世嘉五代16位游戏机,按动"开始"键,游戏不能正常启动。

[分析与检修]打开手柄检查,印板上的触点光洁明亮,测量导电橡胶的阻值为80Ω,可以认为故障不是由导电橡胶及触点所引起。由图3.9.16可以看到,"开始"键脉冲信号是由IC1 HD74 HC157P的⑭脚输入,⑫脚输出,如果信号不能送入主机,就会产生上述故障。往下检查⑫脚与多芯电缆插头的⑨脚不通,仿照故障1的处理方法处理,"开始"键恢复正常。

[故障4]世嘉五代16位游戏机,向上动作不灵敏。

[分析与检修]检查印刷电路板上向上键的触点,无不洁物;再测量其导电橡胶,有三点阻值为200Ω左右,有一点阻值已达200多欧,正好是用于向上的导电触点,说明其导电特性已变差,将其更换后,恢复正常。

[故障5]世嘉五代16位游戏机,在游戏中,被控对象有时会自动上跳。

[分析与检修]打开手柄检查，发现“C”键的导电橡胶中黑色的导电触点与周围完全脱落，于是更换导电橡胶，故障消失。

[故障 6]世嘉五代 16 位游戏机，在游戏过程中，有时操纵键完全失灵，有时又正常。

[分析与检修]此故障时有时无，可能是由于个别芯线处于似通不通状态，经检查并按故障 1 的方法处理后，故障未消失。往下又检查，当故障出现时，测量 IC1、IC2 电源，发现 IC2 的⑦脚与⑭脚之间无 5V 电源，仔细察看，“SLOW”开关外壳的两个焊点有裂痕存在，于是将其重新焊牢，故障排除。

[故障 7]超任 16 位游戏机，Ⅰ号控制盒功能正常，当电视机出现画面时，Ⅱ号控制盒操纵的人物突然掉入水中。

[分析与检修]引起这一故障通常是由于控制线断线、IC 与排电阻的连接处有虚焊、敷铜板断裂、有脏物等问题。后用代换法，在控制盒到控制线这一段，换一根新线试机，故障消失。

[故障 8]机型同上，主控制盒可以“开始”，但按动上下左右连发等按键时，被操纵的人像均往前跑。

[分析与检修]此故障产生原因类似于故障 7，后发现排电阻有虚焊现象，重新焊好后，故障消除。

[故障 9]世嘉五代 16 位游戏机，开始连发速度正常，后来发射子弹速度变慢。

[分析与检修]应重点检查 IC4069 电路，因为由 4069 构成的振荡器决定了发射子弹的速度。经检修，用二个好的瓷片电容代替，故障排除，说明原来的电容器已经变质。

[故障 10]“小天才”手枪，扣动扳机，有射击声，但无开花、爆炸等中弹现象。

[分析与检修]测量各级电压，发现放大管 G2 无偏置电压，测量线圈 L1 阻值较大，L1 损坏。更换后，故障排除。

[故障 11]小教授 16 位游戏机，开机后图象伴音正常，但画面中人物不受控制，只向下方移动。选为双打时，只能有一人可以控制。

[分析与检修]根据故障现象判断为控制电路故障。打开Ⅰ、Ⅱ控制盒，检查方向按钮键下面的触点，未发现粘连现象。拔去Ⅱ号控制器的联接插头，Ⅰ号控制器能正常工作，说明Ⅱ号控制器有问题，更换其中的 157P 后，故障清除。

[故障 12]世嘉五代 16 位游戏机，扣动扳机后，无音响。

[分析与检修]测枪内 IC8649⑥脚 5V 电压，正常。利用信号发生器输出的音频信号送入③脚，喇叭中有声音；再送入 C1(0.1μF)电容的一端，无声音。检查周围元件，发现 R1(47kΩ)电阻开路，更换后声音恢复正常。

[故障 13]世嘉五代 16 位游戏机，枪中装好 4 节新电池后，开枪射击，无模拟颤动，但画面中目标能击毙、击毁。

[分析与检修]测供电电压正常。再用示波器测颤动电路枪击脉冲信号正常。测 Q2 基极有脉冲波形，但集极无波形，用三极管 9011 换下 Q2 后，故障排除。

[故障 14]小霸王电脑学习机，不论压下任何键，不起作用。

[分析与检修]通常原因为供电电压不正常，电源线、地线连接处有问题，键盘与主机联接电缆没有接好，电缆内部断线。经检查，公共地端虚焊，后重新焊好，故障排除。

§8.7 手掌式液晶显示器故障维修实例

[故障1]俄罗斯方块机,部分区域不显示。

[分析与检修]这是常见故障,重新拧紧机内外的各种螺丝,故障消除。

[故障2]Super Power 三合一 STACKING GAME 机,显示屏出现无规则的闪烁,时好时坏。

[分析与检修]怀疑电池失效,更换电池后故障依旧。仔细观察,发现电池室边上触点簧片弹性改小接触不好,后经增大,故障消除。

§8.8 大型电子游戏机故障维修实例

[故障1]麻将机,无图无声,光栅呈灰白色。

[分析与检修]先检查电脑板 +5V、+12V 电压正常,再用示波器观察 R、G、B、S 信号,波形不正常。往下再检查,MPU 的工作条件都满足。用示波器观察静态 RAM 的任何一个 I/O 端,在打开电源瞬间,发现示波器上先有跳变的脉冲波形,然后固定在某个状态,说明 MPU 执行若干条程序指令后才停机,静态 RAM 不正常或损坏,更换后故障排除。

[故障2]麻将机,停电后游戏者的分数丢失。

[分析与检修]麻将机设有掉电保护电路,一旦断电,外接电池能对 RAM 供电,可保证信息不丢失。

麻将机的掉电保护电路如图 8.8.1 所示。未断电时,HM6264 AP-12 接 +5V,在进入掉电保护后,㉖、㉘由 +5.5V 电池供电,实际为 +4V 左右。

图 8.8.1 所示电路,在断电时⑳、㉖、㉘应为 +4V,现测出结果为 0V,造成分数丢失。经用替代法检查 HM6264 内部损坏,更换后故障排除。

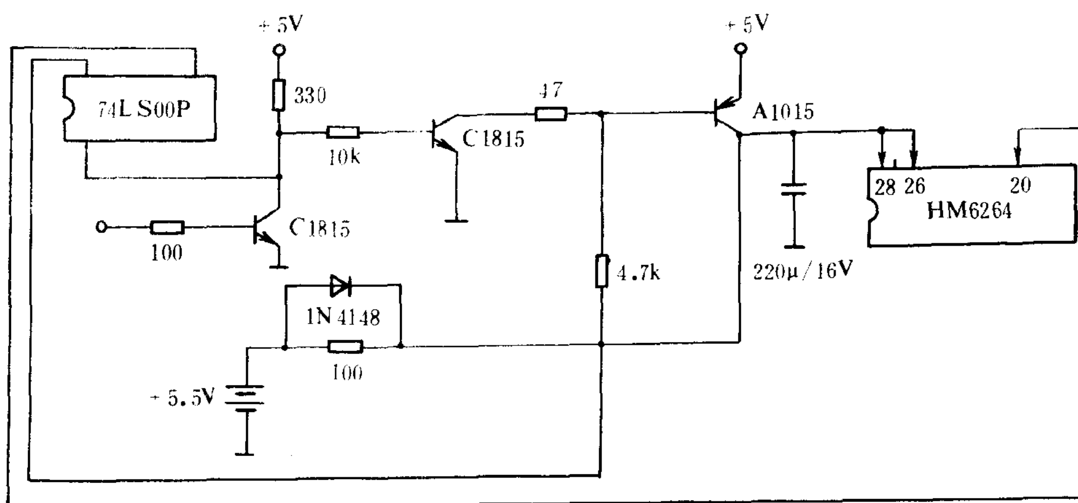


图 8.8.1 掉电保护电路

[故障3]麻将机,无声音,程序运行正常。

[分析与检修]检查扬声器及其连线正常,电脑板与插座接触良好。图 5.2.6 展示了麻

将机中音乐合成和放大通道电路，图中声音从 HTC-3567 的⑱、⑲输出，送到运放 HA17358③脚处，再经电解电容器耦合到音量电位器 R_P 上，同时电子音乐发生器 YM2149F 产生的音响效果也加到 R_P 上，再经过 5.8W 单声道音频功放 μPC1242H 放大，由⑥脚送到扬声器。

检查时，用镊子碰触电位器滑点，扬声器有感应噪声，说明 μPC1242H，工作；测量 +12V 电源正常，再检查 47μ/16V 电解电容，发现损坏。更换后，恢复正常。

[**故障 4**]三国志，图象水平抖动，越到左、右边缘，抖动越厉害，且局部偏红色。

[**分析与检修**]首先检查扫描板稳压电源，如果稳压电源中的任何一个环节有故障，就会造成图象不稳定。经检测，Q901 管已经损坏，由它导致开关管 2SD820 不工作，使扫描板的正常的直流 120V 下降到 100V。更换后，恢复正常。

出现局部偏红色，应检查消磁电路，发现热敏电阻 TC101 损坏，更换后故障排除。

[**故障 5**]《电子基盘》麻将机，图象上下抖动。

[**分析与检修**]上下抖动，怀疑是场频不稳。调整 HA11235⑧场同步电位器，无效；往下应检查场振荡电路的锯齿波波形。发现振荡不稳定，怀疑定时电容 C404 性能不好。C404 是钽电解电容，要求其稳定度高，若它的性能变差，必然会使场振荡频率发生变化，引起上下抖动。对 C404 进行更换，故障排除。

[**故障 6**]赛马机，缺少红色，图象中心有一条水平亮线。

[**分析与检修**]先调节红色增益电位器 VR101，无变化；再检查 Q101，正常；测电解电容 C101 负端为 0V，不正常，正常时应为 0.6V 左右的红基色信号，说明电脑的红基色信号没有到达视频放大通道。检查插座 XP4 连线，正常；电脑板插座 R、G、B、E、S 信号线无 R 基色输出，后发现 28 位插座槽内有一弹簧片失去弹性，用小镊子轻轻拨动，恢复弹性后，红色恢复。

有水平亮线，说明场扫描有问题。经检查，发现两只二极管 D403、D404 短路，使场输出产生交越失真。更换后，故障消失。

[**故障 7**]爆烈战机，出现回归线。

[**分析与检修**]引起这种故障是由于：① 消隐电路有问题；② 末级视放电压不正常；③ 加速极电压过高引起。

先逆时针微调聚焦组件上的加速极电压调节电位器，无变化；再用电压法检查消隐电路，正常；最后发现末级视放电路中 R316 已损坏，引起行逆程脉冲不能送出。更换后故障消失。

[**故障 8**]街霸九代，不能发“中拳”。

[**分析与检修**]检查“中拳”微动开关及其连线，28 位插座与电脑板的接触，均正常；检查电脑板 I/O 接口电路中“中拳”键时，发现总线驱动器 HD74 LS245 损坏，更换后故障排除。其它按键失效，也与 HD74LS245 有关。

[**故障 9**]蜘蛛机，开机无显示。

[**分析与检修**]检查开关电源，正常；用代换法检查电脑板，发现原来的电脑板有问题。检查系统总线，无波形输出，说明 CPU68000 未工作。检查 CLK 信号，正常；⑱脚为复位信号，$\overline{\text{Reset}}$为低电平，程序不能运行。

经认真检查，发现反相器 HD74LS14 已内部损坏。当接通 +5V 电源时，电源通过 10kΩ 电阻向电容充电，在短时间内由“0”跳变到“1”，通过 HD74LS14 两次反向放大，再输入可编程逻辑器件 GAL16V8⑧脚，又从它的⑲脚取输出通过 1kΩ 到 CPU68000 的⑱脚。正常时，⑱

应为高电平“1”状态，现经测量为0.25V，使CPU一直处于复位状态。更换HD74LS14后，故障排除。

[故障10]西部牛仔，无显示、无声音。

[分析与检修]检查开关电源+5V、+12V正常；测量CPU MC68000的复位信号和时钟信号正常；用示波器观察MC68000的地址和数据总线，发现MC68000③脚恒为低电平，且在接通电源时，③脚无跳变脉冲。于是，检查总线驱动器74LS245，取下电脑板，用万用表测量③脚对地电阻，仅为3Ω左右。③脚是数据线D2与五个74LS245相连，经逐一检查，发现有一个已坏，更换后故障排除。

第九章　游戏机/电脑学习机的选购、安装、使用与维护

§9.1　游戏机/电脑学习机的选购

当前，市场上游戏机/学习机的型号品种繁多，令人眼花缭乱，选购不当就会造成经济上不必要的损失。

1. 学习机的选购

选购一台满意的学习机，要注意以下几个方面：① 首先应当考虑性能价格比，理论上功能强的学习机价格较高，机器的构成基本上大同小异，所以价格的高低主要反映了机器的质量，而不是功能。② 软件功能是否强，包含的内容是否丰富、软件节目的质量如何。③ 了解生产厂家的生产、科研情况，是否在开发后备软件。

2. 游戏机的选购

生产16位游戏机的厂家，主要是日本的日电 HB 公司、世嘉公司和任天堂公司。选购时，要分清是原装机还是组装机，注意以下三个方面：① 原装机国内无生产，单机价格千元上下，而组装机在六百元左右，便宜30%。② 原装机包装精美，机箱、机身前后，手柄上均标有正宗商标“MEGA DRIVE SEGA”。单机只配有一只手柄且具有卡带锁紧器，开电源后不能拔出游戏卡。组装机一般不标“SEGA”商标(也有可能)或者干脆没有商标，全部双手柄，无卡带锁紧器。一般地说，组装机不具备机身前的9个通讯插口，而且射频线与主机能脱离。③ 电路判断：原装机内二片方形专用芯片皆为原厂制造、均有“SEGA”标识；组装机内芯片标识大多为“TA”。原装机印板为黄绿色，组装机为绿色。

从价格上看，组装机便宜得多；从使用上看，组装机的图象、音质与原装机不相上下，同时组装机的质量还在不断提高。所以，如果细心认真挑选，还是可以放心的；挑选后，一定要试机。

8位游戏机目前在市场上还是“抢手货”，并未退出市场。所以在选购各种游戏机时应当从机型，电、声性能、各种功能等进行综合比较。表9.1.1给出了各种游戏机/学习机的主要资料，在选购时可以结合自己的需要参考，以作出恰当的抉择。

表 9.1.1

牌号	任天堂	小天才	胜天	世嘉五代	小霸王	裕兴	金字塔	大岛	科特	科达
型号	TM737 TM828 TM939	IQ301 IQ501 IQ701	SI8800 SI9000 SI9900	SEGA (16位)	SB218 (学习机)	学习机	学习机	学习机	学习机	学习机
性能	普及形电子游戏机 8位	中高档电子游戏机 8位	中高档电子游戏机 8位	16位游戏机，立体画面立体声	可与游戏机配接	可与游戏机配接	可与游戏机配接	可与游戏机配接	可与游戏机配接	可与游戏机配接

续表

牌号	任天堂	小天才	胜天	世嘉五代	小霸王	裕兴	金字塔	大岛	科特	科达
结构形式					分离式 整机式	分体式	一体式	一体式	一体式	一体式
用户内存	16K (电脑板)	16K (电脑板)	16K (电脑板)	4M (互接)	8K	8K	8K	32K	8K	8K
打印机接口	无	无	无	无	有	有	有	有	有	无
打印驱动程序	无	无	无	无	有	有	需另配	有	有	无
内存扩展					无	有(32K)	无	无	无	无
软件扩展					有	有	有	无	无	无
按键材料					弹簧键	弹簧键	弹簧键	导电橡胶	导电橡胶	导电橡胶
断电保持	无	无	无	无	无	有	无	无	无	无
中西文浮点 BASIC					G-BASIC	有	有	无	无	无
西文浮点 BASIC						已包括	已包括	无	有	无
中文 F BASIC					F-BASIC	不需要	不需要	有	有	有
西文 F BASIC						有	有	有	有	有
声像学习软件					有	有	有	无	无	无
中文编辑打印					有	有	无	有	有	无
五笔字型					有	可扩充	有	无	有	无
向下兼容					可	可			不可	不可

3. 电脑键盘的选购

电脑键盘,也称之电视游戏机电脑键盘。有了这种电脑键盘,再配上 BS 卡,家用电视游戏机就成了一套家用电脑。有了游戏机电脑键盘,游戏和学习能很好地融合在一起,"寓教于乐",且价格便宜,深受大家欢迎。

选购电脑键盘时要考虑以下几点:

(1) 类型:游戏机电脑键盘分两种:一种为分离式(分体式)结构,它由键盘配接游戏机构成系统,家里已购买游戏机的用户,可优先考虑选购这种分体式电脑键盘,可节约开支。另一种为整体式(一体机)结构,它是一个由键盘和游戏机组合而成的学习、娱乐系统,配有 BS 程序卡,使用方便,价格较贵,适宜于还未选购游戏机的家庭。

(2) 功能:游戏机电脑键盘的功能较多,如 BASIC 语言、FBASIC 语言、中文输入、声像学习、打字、作曲、游戏、计算、留言等。有的还具有全屏幕编辑、断电保持、打印机接口等功能。装有 BASIC 语言,可供学习 BASIC 语言和利用 BASIC 语言编辑计算机程序。FBASIC 语言分为中文和西文两种 BASIC 语言。中文 FBASIC 语言适合编写各种学习和应用程序,西文 FBASIC 语言适合编写各种游戏程序。具有断电保持(记忆)功能的电脑键盘,当断电时,可保存用户所用程序不丢失。用户应当根据自己的需要,选购适合自己的电脑键盘。

(3) 按键数和按键材料:电脑键盘的键数有多有少,少的 56 键,多的 101 键,选购时最好选择按键按标准排列,有 101 键的键盘。从材料方面看,有电容键,导电橡胶键、弹簧键。电容键手感差,易受干扰。导电橡胶键便宜,但易老化,可靠性差。弹簧键贵些,但手感、可靠性、寿命都较好。

(4) 软件与服务:电脑键盘的价值不仅体现在硬件、也体现在软件和服务上。生产键盘

的厂家应当提供丰富的、连续性的软件和周到的售后服务，应附有目录清晰的使用手册、用户指南等随机资料，否则用户很难学习和掌握。

4．游戏卡/学习卡的选购

选购游戏卡/学习卡[通常，电脑学习机配备的学习卡中，配置了游戏节目，例如小霸王电脑学习机学习卡(V3.0版)中为用户配备了《玛丽医生》智力型游戏；在它的插卡上插入8位游戏机卡，可进行游戏]时，应从外观和功能两个方面进行检查。从外观上检查：① 查看插脚。正品游戏卡/学习卡的插脚一般都进行镀金处理，镀层均匀。未经处理的插脚容易磨损引起氧化；② 将卡拿在手中轻轻摇晃，一般有轻微的响声，若响声明显过大，说明卡盒内部的电路芯板与盒体之间有松动，可能在组装上有故障隐患；③ 塑料卡盒的表面应光滑整洁，色泽匀称，无粗糙感；④ 游戏卡/学习卡的标贴面图案清晰，并注有制备该卡时的节目清单和名称。

从功能上检查：将游戏卡/学习卡插入学习机(或游戏机)内，接通电源，启动开关，正常的卡应在屏幕上显示该卡的节目名称、软件制作商名称和注册商标，当选择好节目并按START(开始)键后，屏幕上立即显示该节目的画面，且图案、色彩清晰，伴音正常。操作过程中，图象连贯。如卡的内在质量较差，则图案、色彩、音质欠佳，有的卡还需反复操作启动，才能使画面恢复正常。

目前，市场上卡的品种繁多，而组合卡占绝大比例，例如智慧大全12合1，棋王64合1等等。组合卡集多个节目于一卡，比分别购买单卡显得经济与方便得多。但是，在选购时要注意，组合卡有两类，一类为实组合，即真实的多个节目的组合，有几个独立内容则称为几合一；一类为虚组合，它把一个游戏按关数等分解成多个节目，然后稍改一下题目，这带有欺骗性。例如，有的几百合一甚至上千合一的卡带，它的实际内容只是少量节目的分解。且其中节目都是低K的，内容、质量不高。选购时不能只看其组合的数字大小，要看其游戏内容。游戏卡的价值高低主要看它的容量大小，即K数的高低，K数高者，成本亦高一般节目也更精彩。

§9.2 游戏机/电脑学习机的安装与使用

正确地安装和使用游戏机/学习机，是减少故障、延长它们的使用寿命的一个必不可少的步骤。

1．游戏机的安装

安装游戏机时，首先关闭电源开关，然后认好游戏卡的方向，插入游戏机的游戏卡插座，检查有没有插紧。再将操纵盒插入接口插座之中，插紧。往下是游戏机与电视机之间的连接，有三种连接方法：

(1) 联接录像机：将游戏机的射频线、录像机的输入端接至天线转换盒，把录像机的输出接在彩色电视机的VHF端。

(2) 无线接收：将游戏机上两根天线分别插入游戏机的RF端和天线转换盒上，再把天线转换盒的引线插入彩色电视机的天线插孔。

(3) 直接与彩色电视机联接使用：用输出射频线将游戏机的RF射频输出插口与彩电天线插孔相接。

若彩色电视机没有 VIDEO 视频输入端口、AUDIO 音频输入端口，而只有天线插口 VHF，那么可以用电缆线从游戏机的射频输出口接至彩色电视机的天线插孔上；若彩色电视机有视频、音频输入端口，那么可以用两根信号线分别从游戏机的音频输出插口(A)、视频输出插口(V)与彩色电视机的 A、V 端口相接。

2. 学习机的安装

以小霸王电脑学习机为例，它们的安装，可参考图6.2.2所示一体式安装示意图和图6.2.4所示分体式安装示意图

3. 游戏机的使用

使用游戏机时，要注意以下几点：

(1) 若彩色电视机只有 VHF(或 TV)端口，电视机与游戏机直接联接使用时，应在电视机上选择一个空频道，调节调谐旋钮，使图象与声音处于最佳状态，以后固定该频道，专辟为电视游戏机之用。

(2) 游戏完毕，应先关掉游戏机的电源，再取节目卡，切不可带电插卡或拔卡，否则容易损坏卡内电路。

(3) 游戏机与电视机安放的高度要适中，便于坐着操作；同时距离也要注意。

(4) 存放游戏卡时，应避免挤压，否则易造成外壳破裂和变形；还要防止日光的直接照射，防潮、保持环境清洁。

(5) 非维修技术人员，最好不要随意拆卸分解，不要随便敲打。

(6) 使用游戏机时，每次开机别超过 2 小时，否则机内元器件因过热容易损坏。

(7) 切忌用香蕉水、汽油、三氯甲烷等有机溶剂进行擦洗，只能使用无水酒精、四氯化碳或收录机磁头清洁剂擦洗。

4. 学习机的使用

购买电脑学习机时，厂家均提供《使用手册》、《用户指南》、《使用须知》等材料。

5. 键盘使用技巧

购买电脑键盘后，若发现工作不正常，先要考虑是否存在不兼容的问题。如果将键盘和其它型号的机器构成系统故障，那么是游戏机/学习机不兼容键盘；如果故障依旧存在，则是键盘不兼容机器。

假如是游戏机/学习机不兼容，往下就要确定是 CPU 不兼容，还是 15 针插口有问题。如果在中文状态提示部分显示错行、汉字中央有图型，则为 CPU 不兼容；如果在中文状态汉字显示正常、清晰，但不论在中文或西文状态均不接收或不能正确接收键盘上输入的字符，那么说明十五针插口存在故障。

如果是 CPU 不兼容，焊下或拔下原来的 CPU，换上能兼容的 CPU；如果是十五针插口有故障，则检查游戏机/学习机的十五针插座，如图 9.2.1 所示。电脑键盘用它的 1、4、5、6、7、10、11、12、13、15 共 10 针，正常联接如表 9.2.1 所示：

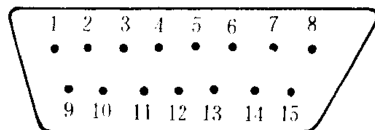


图 9.2.1 十五针插座

表 9.2.1

第 1 针	电源负	第 4 针	副 368⑩脚
第 5 针	副 368⑥脚	第 6 针	副 368⑫脚
第 7 针	副 368④脚	第 10 针	CPU㊲脚
第 11 针	CPU㊳脚	第 12 针	CPU㊴脚
第 13 针	主 368④脚	第 15 针	电源 +5V

如果是键盘不兼容，应打开中西文合卡，将卡上由电源正通向集成块 HY6116 及 74LS374 正电源脚的二极管 IN4148 增加或减少一个即可。如果是新机，使用数日后就出现键盘不兼容的问题，那么说明主要原因是中西文合卡插脚脏污所致，用户只需打开卡盒，用橡皮将插脚擦干净即可，安装时要注意正反面。

§9.3 游戏机/电脑学习机的维护

维护游戏机/学习机，是延长使用寿命，减少故障的重要措施。要注意以下几点：

(1) 定期检查电源线、电缆线；注意伤、破、脱落、短路、绝缘等状态；

(2) 检查插件、插座、插孔，注意接触、松动等现象；

(3) 定期用 95%以上的化学纯无水酒精蘸棉球擦洗游戏机/学习机卡插座的簧片、外壳、防止氧化锈蚀。

Document generated by Anna's Archive around 2023-2024 as part of the DuXiu collection (https://annas-blog.org/duxiu-exclusive.html).

Images have been losslessly embedded. Information about the original file can be found in PDF attachments. Some stats (more in the PDF attachments):
{
  "filename": "MTExMjc4MTMuemlw",
  "filename_decoded": "11127813.zip",
  "filesize": 14403797,
  "md5": "1726846536052881c9fe0c5d9c4ee3eb",
  "header_md5": "0d15cc9e6fb87b15e7c917aca57ccb9c",
  "sha1": "521792c6994ad80475e2e2904d95f24b00ba46ac",
  "sha256": "2538348f07a1e97412b954f64a17854de413bbee4712899da36477d6dfd6485a",
  "crc32": 2814857265,
  "zip_password": "28zrs",
  "uncompressed_size": 15008830,
  "pdg_dir_name": "\u2559\u256c\u2567\u2556\u2557\u00b7_\u2561\u03c4\u2500\u2558\u2564\u00ba\u2567\u2591\u2557\u00b7\u2558\u00a1\u2514\u03c6\u00ed\u00f3\u2569\u2563\u2559\u251c\u2551\u2550\u256c\u00bc\u2568\u2590_11127813",
  "pdg_main_pages_found": 174,
  "pdg_main_pages_max": 174,
  "total_pages": 180,
  "total_pixels": 1193756288,
  "pdf_generation_missing_pages": false
}